

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Zlatko Javni

UTJECAJ INTERMODALNOG PRIJEVOZNOG SUSTAVA U
FUNKCIJI SMANJENJA EKSTERNIH TROŠKOVA PRIJEVOZA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2017.

Zagreb, 25. travnja 2017.

Zavod: Zavod za transportnu logistiku
Predmet: Integralni i intermodalni sustavi

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4248

Pristupnik: Zlatko Javni (0135236635)
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: Utjecaj intermodalnog prijevoznog sustava u funkciji smanjivanja eksternih
 troškova prijevoza

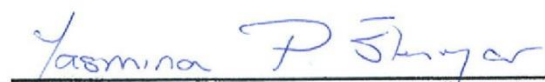
Opis zadatka:

U ovom radu potrebno je odrediti eksterne troškove u prijevozu. Nakon toga, potrebno je napraviti analizu utjecaja intermodalnog prijevoznog sustava u funkciji smanjivanja eksternih troškova prijevoza.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:


izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**UTJECAJ INTERMODALNOG PRIJEVOZNOG SUSTAVA U
FUNKCIJI SMANJENJA EKSTERNIH TROŠKOVA PRIJEVOZA**

**IMPACT OF INTERMODAL TRANSPORTATION SYSTEM IN
FUNCTION OF REDUCING EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT**

Zlatko Javni

Mentor: dr.sc. Jamina Pašagić Škrinjar

Student: Zlatko Javni

JMBAG: 0135236635

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

Eksterni troškovi u realizaciji prijevoznog procesa predstavljaju troškove koji se ne mogu internalizirati, tj. troškove koji se ne snose direktno, nego indirektno preko raznih utjecaja eksternih troškova, koje snose svi, sudjelovali oni ili ne u prijevoznom procesu. Potreba za detaljnijim istraživanjima u svezi s utjecajem eksternih troškova javlja se u skladu sa razvojem logistike te spoznajom o načinu utjecaja eksternih troškova na populaciju te samu Zemlju. Problem razvoja logistike javlja se u tome što logistika kao takva zauzima velik prostor u vidu potrebne infrastrukture te vozila potrebnih za odvijanje transportnog dijela logistike, te tako ima veliku ulogu u oblikovanju krajolika, te oblikovanju načina života u vidu zagađenja, radilo se to o narušavanju izgleda krajolika potrebnom infrastrukturom, vozilima, raznim vrstama zagađenja, elektromagnetskom zračenju ili zagađenju okoliša emisijama ispušnih plinova itd. Iz tih razloga javlja se potreba za smanjenjem emisija ispušnih plinova, smanjenjem cestovnih teretnih vozila i implementiranjem novih tehnologija, jer je poznato kako po tonskom kilometru cestovna teretna vozila poslije zračnih vozila (aviona) imaju najveću stopu emisija štetnih plinova. Rješavanje tog problema prema inicijativi Europske unije leži u smanjenju prijevoza tereta cestovnim prijevozom i prebacivanju istoga na prijevoz željeznicom ili na prijevoz unutarnjim plovim putevima gdje intermodalnost ima velik značaj. Ovaj rad prikazuje usporedbu utjecaja eksternih troškova različitih vidova prijevoza sa eksternim troškovima intermodalnog prijevoza, te nastoji približiti i pojasniti što su i kako eksterni troškovi utječu na okolinu.

KLJUČNE RIJEČI: logistika; eksterni troškovi; intermodalni prijevoz; održivi razvoj

SUMMARY

Eksternal costs in the process of transport represent costs which cannot be internalised, costs which cannot be directly dealt with, only indirectly by the various effects of external costs, which are carried by everyone, either they're taking or not taking part in transportation process. The need for more detailed research into the impact of external costs is in line with the development of logistics and the recognition of the way the external costs affect the population and the Earth itself. Logistics development presents a problem in terms of logistics taking up large amount of physical space, both in needed infrastructure and in needed vehicles necessary to carry out the transportation part of logistics, and as such has a role in shaping the landscape and shaping the way of life, with infrastructure and vehicles needed, with different kinds of emissions ie. electromagnetic emissions or emissions of exhaust gases etc., From those causes comes the need for bringing down the emissions of exhaust gases, by bringing down the number of road freight vehicles and implementing new technologies, as it is known that road freight vehicles after aircrafts have the highest rate of emission of dangerous exhaust gases. Resolving the given problem according to European union initiative lies in reducing the transport of cargo by road and transferring it to railway transport or inland waterway transport where intermodality has a big role.

KEY WORDS: logistics; external costs; intermodal transport; sustainability

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Karakteristike tehnologije intermodalnog prijevoza	3
2.1. Intermodalne teretno-manipulativne jedinice	4
2.1.1. Kontejneri	4
2.1.2. Sedlaste poluprikolice	5
2.1.3. Izmjenjivi prijevozni sanduci.....	9
2.2. Intermodalni terminali	10
2.2.1. Željeznički intermodalni terminali.....	11
2.2.2. Lučki intermodalni terminali	14
3. Analiza eksternih troškova unutar procesa prijevoza.....	16
3.1. Eksterni troškovi nesreća.....	18
3.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena.....	19
3.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka	20
3.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom.....	21
3.5. Eksterni troškovi zagušenja	22
4. Eksterni troškovi u realizaciji cestovnog prijevoza.....	24
4.1. Eksterni troškovi nesreća u realizaciji cestovnog prijevoza	24
4.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena u realizaciji cestovnog prijevoza	25
4.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka u realizaciji cestovnog prijevoza	26
4.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom u realizaciji cestovnog prijevoza	27
4.5. Eksterni troškovi zagušenja u realizaciji cestovnog prijevoza	28
5. Eksterni troškovi u realizaciji željezničkog prijevoza.....	30
5.1. Eksterni troškovi nesreća u realizaciji željezničkog prijevoza	30
5.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena u realizaciji željezničkog prijevoza	31
5.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka u realizaciji željezničkog prijevoza	32
5.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom u realizaciji željezničkog prijevoza	33

6. Komparativna analiza eksternih troškova intermodalnog prijevoza i eksternih troškova željezničkog i cestovnog prijevoza	34
7. Zaključak	39
Literatura	40

1. Uvod

Logistika se kao disciplina bavi upravljanjem tokova robe, sirovina i informacija od faze proizvodnje do faze potrošnje u skladu s potrebama kupca, te kao takva ima veliku ulogu u smanjenju troškova, optimiziranju procesa u svrhu povećanja profita. Velike kompanije bez posebnog sektora za logistiku danas ne bi opstale, te iz tog razloga logistika postaje sve traženija i neophoda. Svrha ovog rada leži u sve prisutnijem problemu koji se neprestano javlja, a to je zagušenost cesta vozilima za cestovni promet; što samim time za rezultat ima povećanje emisije štetnih ispušnih plinova, narušavanje krajolika prevelikim zauzećem prostora cestovne prometne infrastrukture; što za rezultat ima narušavanje načina života ljudi koji žive te provode vrijeme uz ceste, uz zagađenje zvukom i emisijama ispušnih plinova. Ovaj rad nastoji prikazati kako su eksterni troškovi intermodalnog prijevoza tereta manji od eksternih troškova cestovnog prijevoza tereta. Rad se fokusira na prijevozu tereta željeznicom i kontejnerima. Rad se sastoji od sedam cjelina:

1. Uvod
2. Karakteristike tehnologije intermodalnog prijevoza
3. Analiza eksternih troškova unutar procesa prijevoza
4. Eksterni troškovi u realizaciji cestovnog prijevoza
5. Eksterni troškovi u realizaciji željezničkog prijevoza
6. Komparativna analiza eksternih troškova intermodalnog prijevoza i eksternih troškova željezničkog i cestovnog prijevoza
7. Zaključak

U drugoj cjelini govori se općenito o tehnologiji intermodalnog prijevoza u vidu upoznavanja sa osnovnim karakteristikama potrebne infrastrukture za odvijanje intermodalnog prijevoza željeznicom i cestom.

U trećoj cjelini analiziraju se i definiraju opći eksterni troškovi unutar procesa prijevoza.

U četvrtoj cjelini iznijet će se učinci eksternih troškova u realizaciji cestovnog prijevoza tereta u vidu onečišćenja bukom, emisijama štetnih ispušnih plinova, elektromagnetskim zračenjima, troškovima izgradnje infrastrukture, troškovima održavanja, dok će se u petoj cjelini iznijeti isto za željeznički prijevoz tereta.

Šesta cjelina predstavlja usporedbu eksternih troškova intermodalnog prijevoza tereta sa eksternim troškovima željezničkog i cestovnog prijevoza tereta. Također, dati će uvid u razinu eksternih troškova s obzirom na udaljenost prijevoza.

Zaključak će biti donesen sa obzirom na iznesene eksterne troškove pojedinog vida prijevoza, te ocjenu mogućnosti realizacije dobivenih rezultata uz trenutno postojeće stanje, te što je moguće i potrebno napraviti kako bi se dobiveni rezultati zapravo mogli iskoristiti.

2. Karakteristike tehnologije intermodalnog prijevoza

Intermodalni prijevoz podrazumijeva prijevoz tereta „od vrata do vrata“ uz korištenje barem dva vida prijevoza bez promjene teretno manipulativne jedinice kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, poluprikolice ili cijela vozila, to jest, bez iskrcaja ili prekrcaja tereta. Danas, u svijetu pojam intermodalni prijevoz poistovjećuje se sa kontejneriziranim prijevozom iz razloga što je najzastupljeniji vid intermodalnog prijevoza, tako je i u ovom radu fokus na kontejnerskom intermodalnom prijevozu, iako se kontejnerizirani prijevoz također poistovjećuje i sa integriranim prijevozom koji nalaže korištenje kontejnera kao prijevozne jedinice.

Intermodalni prijevoz povećava ekonomičnost prijevoza zbog toga što najbolje iskorištava dane kapacitete korištenih vidova prijevoza, pa tako za duge dijelove putovanja iskorištava veći teretni kapacitet željezničkog, pomorskog te prometa unutarnjim plovim putevima sa fleksibilnošću cestovnoga prijevoza za lokalne dostave i dostave na završne destinacije koje ne zahtijevaju posebnu i skupu prihvatnu infrastrukturu kao što željeznički, pomorski ili promet unutarnjim plovim putevima zahtijevaju. Kako bi intermodalni prijevoz imao smisla važno je sagledati cijelo putovanje tereta kao jedno samostalno putovanje, sa ako je to moguće samo jednom ispravom, a ne kao pojedinačne dionice koje za svaki „dio“ putovanja zahtijevaju posebne i različite putne isprave. Mogućnost održavanja navedenog ovisi o sljedećim uvjetima¹:

1. **Priroda i kvantiteta** tereta, intermodalni prijevoz se uobičajeno koristi za prijevoz gotovih proizvoda ili proizvoda koji se koriste za sastavljanje nekog gotovog proizvoda tj. prebrojive robe, također se koriste i za prijevoz materijala. Najčešće u 20-stopnim (TEU) i 40-stopnim (FEU), te sve češće vangabaritnim 45-stopnim kontejnerima
2. **Poredak korištenih vidova transporta**, intermodalni prijevoz je skup kronološki poredanih vidova prijevoza, poznat kao lanac intermodalnog prijevoza. Dominantni vidovi prijevoza koje intermodalni prijevoz koristi su cestovni (tegljači), željeznički (vlakovi), pomorski te promet unutarnjim plovim putevima (barže). Zračni promet inače zahtijeva intermodalnost u vidu korištenja cestovnog teretnoga prijevoza samo za kratke relacije dopreme i otpreme kontejnera od tj. do luke, i to najčešće samo za avionske kontejnere koji nisu kompatibilni sa ostalim vidovima prijevoza.
3. **Mjesto otpreme i mjesto dopreme**. Udaljenost u intermodalnom transportu ima velik značaj zbog toga što u praksi veća udaljenost označava veću ekonomsku opravdanost intermodalnog prijevoza te većom udaljenošću intermodalnost stvara veće uštede. Uobičajeno se za udaljenosti veće od 500 km (udaljenosti veće od jednog dana vožnje tegljača) koristi intermodalni prijevoz.
4. **Vrijednost tereta**. Intermodalni prijevoz prikladan je za pošiljke srednje vrijednosti tereta. Za pošiljke visoke vrijednosti postoji tendencija korištenja direktnih vidova prijevoza (kao što je zračni prijevoz tereta) dok pošiljke niske vrijednosti tereta često imaju prijevoz od točke do točke (kolodvor-kolodvor; luka-luka) te koriste samo željeznički ili samo pomorski prijevoz

¹ URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/ch3c6en.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)

5. Frekvencija pošiljki. Intermodalnost najbolje funkcionira kada su pošiljke kontinuirane (česte i konstantne) i/ili u sličnim kvantitetama.

2.1. Intermodalne teretno-manipulativne jedinice

Intermodalne teretno-manipulativne jedinice (TMJ) podrazumijevaju zatvorene, dovoljno čvrste te tehnički ispravne jedinice koje se koriste u realizaciji intermodalnog prijevoza te omogućuju prijevoz bez prekrcaja ili iskrcaja tereta.

Važno je da su teretno manipulativne jedinice koje se koriste za intermodalni prijevoz standardizirane čime pomažu u svrsi intermodalnog prijevoza tj. ekonomičnosti, brzini i fluidnosti. Teretno manipulativne jedinice moraju biti standardizirane u vidu toga da moraju imati predodređene tehničke značajke koje omogućuju brzo i efikasno premještanje teretno manipulativne jedinice između vidova prijevoza. Generalno, prema načinu okrupnjavanja tereta TMJ se mogu podijeliti u dvije grupe:

- TMJ koje su složene od jedinica tereta i pomoćnih tehničkih, prijenosnih sredstava:
 - palete,
 - kontejneri,
 - izmjenjivi transportni sanduci;
- TMJ koje su složene od jedinica tereta i transportnih sredstava, pri čemu je dato transportno sredstvo zajedno sa teretom postalo teret za drugo transportno sredstvo:
 - prikolice,
 - poluprikolice,
 - kompletna vozila cestovnog transporta.

2.1.1. Kontejneri

Kontejner se prema Europskoj konferenciji ministara prometa (engl. European ECMT) definira kao, „*generički izraz za kutiju (boks) koji nosi teret, dovoljnog strukturalnog integriteta za ponovno korištenje, često sa mogućnošću slaganja jednog na drugog, opremljen uređajima za prebacivanje između vidova prijevoza*“². Najzastupljenija su teretno manipulativna jedinica intermodalnog prijevoza, usprkos tome kontejneri se najviše koriste za prekoceanski prijevoz tereta. Popularnosti kontejnera u prijevozu najviše pridonosi rana standardizacija.

Standardni kontejner je 20-stopni kontejner TEU(engl. *Twenty-foot Equivalent Unit*). Vanjskih dimenzija: duljine; 6,09 m, visine; 2,59 m te širine; 2,44 m.³Unutarnjih dimenzija: dužine; 5,89 m, visine; 2,38 m, širine; 2,33 m, volumena; 33,18 m³ mase 2.229 kg, te nosivosti 21.727 kg⁴, koji je prikazan slikom 1. Uz 20-stopni kontejner vrlo često koristi se i 40-stopni kontejner koji se definira kao dva TEU-a ili FEU (engl. *Forty-foot Equivalent Unit*). Materijal izrade najčešće je željezo tj. željezni lim i aluminij.

² URL: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4310> (pristupljeno: srpanj 2017.)

³ URL: <https://www.cirreлт.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2007-03.pdf> (pristupljeno: srpanj 2017.)

⁴ URL: <http://euro-ruta.com/vrste-i-dimenzije-kontejnera/> (pristupljeno: srpanj 2017.)



Slika 1. Standardni 20-stopni kontejner

Izvor: <http://euro-ruta.com/wp-content/uploads/2014/10/container20.jpg> ; 5.7.2017

Kontejneri svoju popularnost ne zahvaljuju samo standardizaciji nego i načinu izrade, tj. pružanju sigurnosti prijevoza u vidu sigurne i čvrste strukture te plombiranja što osigurava da se s teretom unutar prijevozne jedinice može manipulirati samo na mjestu otpreme tj. dopreme. Danas se u kontejnere implementiraju nove tehnologije konstantnog praćenja tereta što dodatno povećava sigurnost tereta.

Prednosti kontejnera uključuju lakoću manipulacije istima Pa tako na uglovima postoje nauglice koje se koriste za slaganje kontejnera jednog na drugi, također sa strana imaju uture kako bi viličari imali lak pristup te s lakoćom manipulirali istim. Također su standardizirani za bočne viličare koji s njima manipuliraju pomoću nauglica koje se nalaze na svim uglovima kontejnera.

Navedene činjenice, standardizacija, sigurnost, brzina i lakoća manipuliranja osiguravaju zastupljenost i smanjenje troškova prijevoza kontejnerima, u vidu brzog i fluidnog manipuliranja, te smanjenja potrebne dokumentacije.

2.1.2. Sedlaste poluprikolice

Sedlaste poluprikolice najzastupljenije su u cestovnom teretnom prijevozu, ali često se koriste i u intermodalnom prijevozu, točnije cestovno-željezničkom prijevozu tehnologije B⁵.

Prednost korištenja sedlastih poluprikolica leži u tome što svaki tegljač može nastaviti prijevoz poluprikolice do mjesta odredišta nakon što je poluprikolica proputovala određeni

⁵ URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_\(4\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(4).pdf) (pristupljeno: srpanj 2017.)

dio puta željeznicom, što znači manje opterećenje vozača, manje korištenje i trošenje tegljača te maksimalna iskoristivost istoga. Prednost je također mogućnost korištenja horizontalnih tehnologija ukrcavanja jedinice na željeznicu

Nedostatak se nalazi u činjenici da sedlaste poluprikolice zauzimaju velik dio površine za pohranu, radi nemogućnosti slaganja jedne na drugu. Nadalje nedostatak je također velika potreba za održavanjem (rigoroznija potreba za održavanjem radi činjenice da je dio cestovnog vozila) naspram kontejnera, također sve vrste poluprikolica osim poluprikolica za prijevoz kontejnera manjeg su strukturalnog integriteta od kontejnera ako se uzme u obzir željezna struktura kontejnera koja je rijetkost kod teretnih poluprikolica.

Prijevoz sedlastih poluprikolica željeznicom može se odvijati sa pratnjom tj. prijevoz i tegljača i poluprikolice (tehnologija A) ili samo poluprikolice (tehnologija B)

Sedlasta poluprikolica je vučeno priključno vozilo bez vlastitog pogona s jednom ili više osovina s više tragova konstruirano tako da se prednjim dijelom oslanja na sedlo tegljača prenoseći dio svoje težine na stražnji dio tegljača. Poluprikolice se izvode kao⁶:

- teretne
- specijalne
- za prijevoz kontejnera (nisko noseće i rešetkaste)
- cisterne
- hladnjače
- niskopodne poluprikolice (labudica)

⁶ Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012,

Kod teretnih poluprikolica prostor za ukrcaj tereta je u obliku sanduka sa jednom ili više bočnih stranica koje se otvaraju i na taj način omogućavaju istovar i utovar tereta. Teretna poluprikolica prikazana je slikom 2. Nosivost ovih poluprikolica se kreće od 6,5-50 t.



Slika 2. Teretna poluprikolica.

Izvor:

<https://www.cargobull.com/thumbnail/hr/webpics/23bd0f847da776490f833e14325945d7.jpg>;
5.7.2017

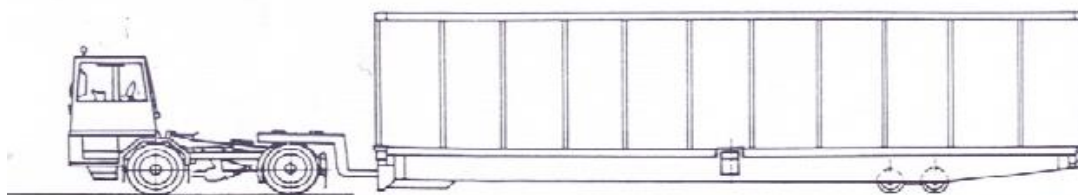
Poluprikolice za prijevoz kontejnera konstruirane su na način da mogu sigurno primiti određenu vrstu kontejnera, a dijele se na:

1. Nisko noseća poluprikolica, (Slika 3.)

- 20' – 25,32,40 t nosivosti s jednom osovinom
- 20' – 50, 57, 73 t nosivosti s dvije osovine
- 40' – 45, 60, 80, 100, 120 t nosivosti s dvije osovine

Značajke nisko noseće prikolice za 40' kontejnere:

- masa poluprikolice: 5,58 t
- nosivost: 480 kN
- dimenzije: 12470x2650x850 mm
- dopušten osovinski pritisak: 295 kN



Slika 3. Nisko noseća poluprikolica za 40' kontejnere

Izvor: Brnjac, N.: *Intermodalni transportni sustavi*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012; 5.7.2017

2. Rešetkasta poluprikolica

- za prijevoz jednog kontejnera od 40'
- za prijevoz kontejnera od 20'

Značajke rešetkaste poluprikolice za 40' kontejnere:

- masa poluprikolice: 5,3 t
- nosivost: 450 kN
- dimenzije: 1247x2650x850 mm
- dopušten osovinski pritisak: 295 kN

Proces postavljanja kontejnera na rešetkastu poluprikolicu prikazanu slikom 4., odvija se na način da se kontejner postavi na tegljač pomoću portalne dizalice, viličara ili prijenosnika kontejnera koji na sebi imaju kvačilo (spreder) radi automatskog dizanja ili spuštanja kontejnera na poluprikolicu. Pri tom postupku, osim kvačila, važnu ulogu imaju nauglice koje se nalaze na kontejnerima i poluprikolici.



Slika 4. Rešetkasta poluprikolica za transport kontejnera

Izvor:

<http://www.cargobull.com/thumbnail/rs/webpics/7ffdc1d2cc1d97767df729b9b35b55eb.jpg?&f=jpg&w=800&h=500>; 5.7.2017

2.1.3. Izmjenjivi prijevozni sanduci

Izmjenjivi prijevozni sanduci najviše se koriste u prijevozu na teritoriju Europe. Izmjenjivi sanduk sastoji se od postolja na koje dolazi nadogradnja, tj. prostor za teret koji zahtijeva prijevoz i nožica koje se izvlače pri odlasku vozila koje ih je do te točke prevozilo, i uvlače kada ispod njih dolazi vozilo radi daljnjeg prijevoza, najčešće je tegljač ili kamion. Tipični izmjenjivi sanduk za cestovni prijevoz prikazan je slikom 5.



Slika 5. Izmjenjivi prijevozni sanduk

Izvor: https://is.alicdn.com/img/pb/062/480/697/697480062_447.jpg; 5.7.2017

Prednosti izmjenjivog sanduka nalaze se u tome što olakšava izmjenu teretne jedinice, gdje je proces izmjene istoga vrlo jednostavan. Tegljač s poluprikolicom parkira se u neposrednu blizinu sanduka gdje je pri tomu poluprikolica pomoću hidrauličkog sustava spuštена kako bi mogla ući ispod sanduka te se nakon što je utvrđena dobra pozicija podigne nakon čega se sanduk osigura za poluprikolicu i uvuku mu se nožice, ili ako je riječ o premještanju jedinice na željeznicu, sanduk se viličarem ili dizalicom podigne, uvuku mu se nožice, pozicionira se iznad vagona te se nakon ostavljanja osigura za vagon.

Nedostatci korištenja izmjenjivih sanduka slični kao i kod sedlastih poluprikolica osim što ne zahtijevaju toliko rigorozno održavanje što ih donekle čini rentabilnijima. Nedostatak je zauzimanje velike površine te nemogućnost slaganja jedne na drugu. Iako su standardiziranih

dimenzija ove činjenice su dovoljne za favoriziranje kontejnera, jer uštedom prostora dobiva se veća iskoristivost nekretnine, što znači veću skladišnu mogućnost.

2.2. Intermodalni terminali

Pojam terminal sam po sebi označava mjesto u kojem se teret iskrcava, ukrcava, prekrca te općenito manipulira sa istim. Intermodalni terminal predstavlja mjesto u kojem se intermodalna prijevozna jedinica premješta s jednog na drugi vid prometa osim ako se ne radi o početnome ili završnome terminalu gdje se roba ukrcava ili iskrcava iz intermodalne teretno manipulativne jedinice

Glavna zamisao intermodalnog terminala je ista kao i glavna zadaća intermodalnog prijevoza, a to je manipulacija samo intermodalnim prijevoznim jedinicama, bez manipulacije teretom unutar istih, osim u početnim gdje se roba konsolidira radi lakšeg slaganja u prijevozu jedinicu i završnim terminalima od kud je moguća lokalna dostava. Kapacitet svakog intermodalnog terminala mjeri se najčešće u TEU-ima jer su najčešći intermodalni terminali kontejnerski terminali.

Intermodalnim terminalom smatra se svaki terminal koji ima dostatnu infrastrukturu i suprastrukturu za obavljanje manipulacija intermodalnim transportnim jedinicama kako bi iste primijenile vid prijevoza, započele ili stigle na mjesto odredišta, te su ključni elementi u lancu intermodalnog prijevoza, kako bez njih odvijanje intermodalnog prijevoza ne bi bilo moguće. Njihova uloga se odvija u tome što su velikim dijelom zaslužni za cjelokupnu efektivnost intermodalnog prijevoznog lanca u vidu troškova, pouzdanosti, brzine obavljanja operacija manipulacija jedinicama. Generalno, intermodalni terminali dijele se na dvije vrste:

- Željeznički intermodalni terminali
- Lučki intermodalni terminali (koji imaju sličnu funkciju i operacije kao i terminali prijevoza unutarnjim plovnim putevima)

Razlika između robnog terminala tj. terminala u općem smislu riječi i intermodalnog terminala nalazi se u potrebnoj infrastrukturi za obavljanje poslova manipulacije. Robni terminal ne treba imati posebnu infrastrukturu, viličari su dostatni, dok intermodalni cestovno-željeznički terminal, mora imati svu potrebnu tehničku opremu za obavljanje poslova manipulacije intermodalnih transportnih jedinica, u vidu viličara za manipuliranje kontejnerima, mosne dizalice, kranova.

Općenito osnovni elementi infrastrukture i suprastrukture bilo kojeg intermodalnog terminala predstavljaju manipulacijska sredstva potrebna za manipulaciju intermodalnih prijevoznih jedinica, najosnovnije manipulativno sredstvo bez kojeg niti jedan intermodalni terminal ne može funkcionirati je viličar. Najčešće, viličari koji se koriste su⁷:

- Čeonni viličar najrasprostranjeniji je viličar na terminalima. Laka upravljivost, relativno niska cijena te vrlo velika produktivnost i upravljivost. Najčešće se koriste viličari nosivosti 300 do 500 kN, koji mogu slagati do 5 kontejnera u visinu. Nedostatak im je

⁷ URL: <https://repozitorij.vus.hr/islandora/object/vus%3A307/datastream/PDF/view> (pristupljeno: srpanj 2017.)

u rukovanju kontejnerima gdje uzrokuju veći broj oštećenja s obzirom na druga manipulacijska sredstva

- Bočni viličari imaju tehničke karakteristike vrlo slične čeonim viličarima, razlika je u orijentaciji kontejnera u odnosu na viličar. Omogućuju veću iskoristivost skladišnog prostora. Nosivosti su im od 320 do 450 kN

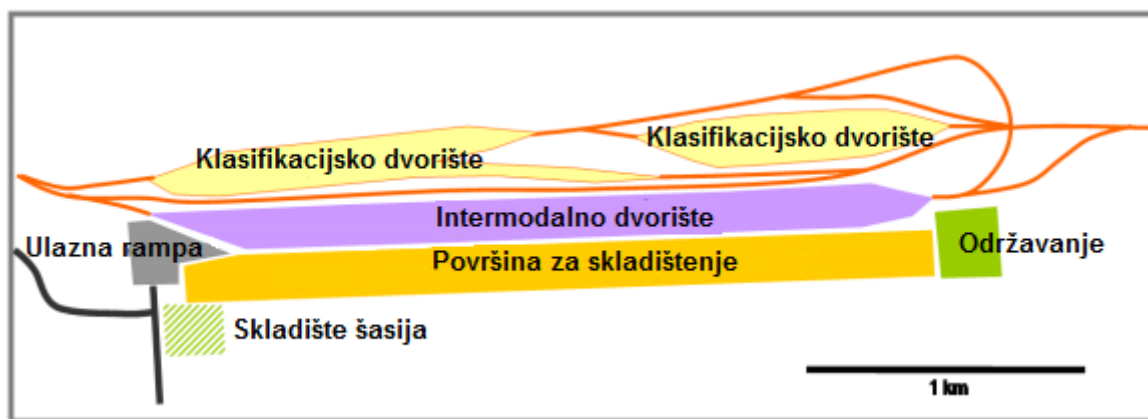
2.2.1. Željeznički intermodalni terminali

Željeznički intermodalni terminali općenito predstavljaju terminal na kojemu intermodalna transportna jedinica mijenja vid prijevoza sa željeznice na cestovni prijevoz i obrnuto.

Pohrana kontejnera na terminalu serija je kompleksnih i povezanih operacija, a lanac tih operacija jak je koliko i njegova najslabija karika. Razlog tomu je što je svaka operacija ovisna o uspjehu i efikasnosti prijašnje. Operacije su sljedeće:

- Operacije sredstva prijevoza, ukrcaj i iskrcaj kontejnera između sredstva prijevoza i dvorišta terminala. Ovo je dominantna aktivnost jer određuje količinu tereta s kojim se može rukovati u određenom vremenu, što analogno utječe na efikasnost i konkurentnost terminala,
- Operacije između intermodalnog dvorišta i prostora za pohranu/skladištenje: direktno utječe na brzinu punjenja i pražnjenja prijevoznog sredstva,
- Operacije pohrane, privremeno skladištenje kontejnera radi popunjavanja administrativnog dijela prijevoza,
- Operacije isporuke/dostave, kontejneri se iz skladištenja premještaju na cestovna prijevozna sredstva, ili željeznička prijevozna sredstva.

Kako bi željeznički terminal obavljao fluidno odvijanje intermodalnog prijevoznog lanca, važno je da svaki dio terminala obavlja svoju dužnost efikasno i učinkovito, dijelovi željezničkog intermodalnog terminala prikazani su slikom 6.



Slika 6. Prikaz intermodalnog željezničkog terminala

Izvor: Intermodal Terminals, Mega Ports and Mega Logistics, Jean-Paul Rodrigue; Str. 15;
6.7.2017

Dijelovi željezničkog terminala su sljedeći⁸:

- Intermodalno dvorište (engl. *Intermodal yard*), jezgra terminala gdje se sa vlakova ukrcavaju ili iz vlakova iskrcavaju intermodalne prijevozne jedinice pomoću portalnog prijenosnika ili bočnog viličara. Moraju biti dužine duže od 2 km radi velike dužine kompozicija vlakova. Često se u starijim ili manjim terminalima kompozicije umanje na dva ili 3 dijela kako bi stale u dvorište. Starije generacije terminala ili oni s manjim kapacitetom radili su ukrcaj i iskrcaj na principu jedan-na-jedan, tj. jedno mjesto na stazi pokraj kolosijeka se koristilo i za ukrcaj i za iskrcaj. Novije generacije, pomoću čeonog viličara koji može dohvatiti veći broj kolosijeka koriste princip dva-na-jedan, točnije jedno mjesto na stazi za iskrcaj i jedno za ukrcaj. Terminali koji imaju veći operativni intenzitet koriste željeznički portalni prijenosnik koji svojom širinom može obuhvatiti do osam kolosijeka, te odmah uz dvorište mogu spremati kontejnere te tu površinu koristiti kao dio površine za skladištenje,
- Površina za skladištenje (engl. *Storage area*) služi kao tampon zona između cestovnih prijevoznih sredstava i intermodalnog dvorišta, često je slične površine kao i intermodalno dvorište. Površina može biti koncipirana na način da se kontejneri slažu jedan na drugi. Služi kao površina gdje cestovna vozila dolaze po kontejnere za nastavak intermodalnog prijevoza.
- Klasifikacijsko dvorište (engl. *Classification yard*) može biti prisutan ako je terminal koji je iz običnog željezničkog terminala prenamijenjen u kontejnerski terminal, ali u mnogo slučajeva u novijim terminalima klasifikacijsko dvorište ne postoji. Njegova funkcija je odvajanje vagona koji prenose druge tipove tereta koji nisu u intermodalnom sustavu, jer kompozicija može biti namijenjena za više destinacija, a dio kompozicije namijenjen za intermodalni terminal,

⁸ URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/railterminal.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)

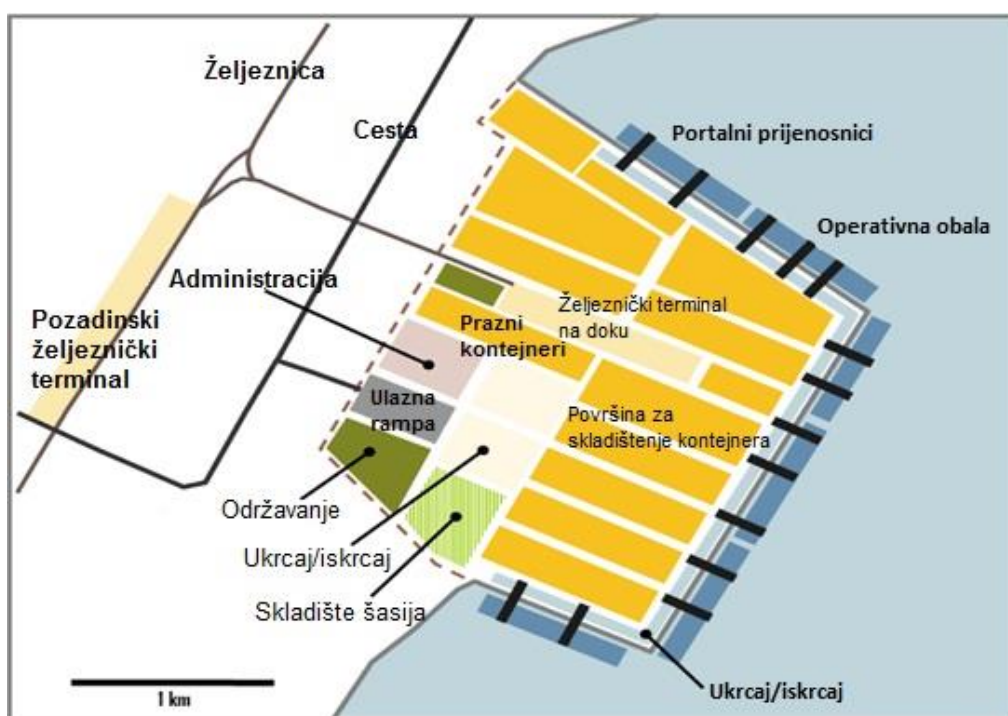
- Ulazna rampa (engl. *Gate*) je mjesto gdje vozači cestovnih vozila predaju potrebnu dokumentaciju za otpremu i dopremu. Mjesto je obavljanja kontrola koje se u novije vrijeme obavljaju digitalno, tj. preko kamera, kontrola se obavlja u vidu provjere korespondencije teretnice i broja registracijskih oznaka vozila i oznaka kontejnera. Kako bi se proces ubrzao, često se postavljaju odvojene ulazno-izlazne rampe za posebnim trakama za prazne kontejnere i prazne šasijske (niskopodne rešetkaste poluprikolice),
- Skladište šasija (engl. *Chassis storage*), područje u kojemu se prazne šasijske namijenjene za prijevoz kontejnera čekaju da ih preuzme tegljač ili mula,
- Održavanje (engl. *Maintenance*), područje u kojemu se odvija održavanje opreme terminala.

2.2.2. Lučki intermodalni terminali

Lučki intermodalni terminali služe za brodsko-cestovne ili brodsko-željezničke tehnologije, tj. za premještanje intermodalnih prijevoznih jedinica između cestovnih, pomorskih, željezničkih i/ili sredstava za promet unutarnjim plovim putevima. Lučki terminali najčešće su gateway terminali koji predstavljaju vezu između različitih sustava, te igraju ključnu točku u realizacije prijevoza od vrata do vrata. Funkcija i operacije lučkih intermodalnih terminala slične su funkcijama željezničkih intermodalnih terminala, razlika je u tehnološkim procesima dopreme i otpreme intermodalnih prijevoznih jedinica. Dominantna vrsta lučkih terminala je kontejnerski lučki terminal, stoga je u ovom radu fokus na kontejnerskim lučkim terminalima.

O tome kojom infrastrukturom i suprastrukturom će lučki terminal biti opremljen te kojega će kapaciteta biti ovisi o učinkovitosti i ekonomičnosti cestovnog i željezničkog prijevoza, te poziciji u logističkoj mreži.

Za obavljanje fluidnog, efikasnog, ekonomičnog i učinkovitog prekrcaja intermodalnih prijevoznih jedinica između vidova prijevoza potrebni su sljedeći elementi infrastrukture, te suprastrukture lučkog intermodalnog terminala⁹ prikazanih slikom 7.:



Slika 7. Prikaz lučkog intermodalnog transporta

Izvor:

<https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/containerterminalconfiguration.html>;
7.7.2017

⁹URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/containerterminalconfiguration.html>;
(pristupljeno: srpanj 2017.)

- Operativna obala (engl. *Docking area*), predstavlja dio obale na koji brodovi pristaju, imaju tehničke karakteristike u vidu duljine brodova koji mogu pristati na dok.
- Portalni prijenosnici (dizalice);(engl. *Container cranes*), predstavljaju aktivnost prekrcaja intermodalne prijevozne jedinice sa pomorskog prijevoznog sredstva na površinu doka terminala. Prijenosnici imaju tehničke specifikacije u vidu broja prijenosa po satu, maksimalne težine koju mogu nositi, poprečnog dosega. Moderni portalni prijenosnici imaju dohvat od 18 do 20 kontejnerskih mjesta,
- Površina za skladištenje kontejnera ili intermodalnih prijevoznih jedinica (engl. *Container storage*), kao i površina za skladištenje kod željezničkih terminala predstavlja tampon zonu gdje kontejneri čekaju na slobodno mjesto u kontejnerskom brodu ili čekaju da ih se premjesti na cestovnom ili željezničko vozilo. Na terminalima se kontejneri najčešće slažu u stupce od tri kontejnera u visinu, terminali također imaju posebne površine za kontejnere koji imaju potrebu za hlađenjem tereta unutar istih, opremljene sa izlazima za opskrbljivanje hlađenih kontejnera strujom. Također, oko 5% površine terminala služi za odlaganje praznih kontejnera koji se slažu u stupce do sedam ili osam kontejnera u visinu radi manje težine.
- Ulazna rampa (engl. *Gate*), terminalske ulazne i izlazne točke koje mogu biti u mogućnosti na velikim terminalima primiti i do 25 kamiona. Kao i kod željezničkog terminala predstavlja točku kontrole i iznošenja dokumentacije, te podudaranja dokumentacije sa oznakama na vozilima i kontejnerima. Mjesto je koje uvelike pridonosi efikasnosti lanca intermodalnog prijevoza, jer što je kraće zadržavanje radi dokumentacije to se vozilo više i bolje koristi te teret brže dolazi do svoga odredišta.
- Skladište šasija (engl. *Chassis storage*), kao i kod željezničkih terminala, područje u kojemu se prazne šasije namijenjene za prijevoz kontejnera čekaju da ih preuzme tegljač ili mula.
- Administracija (engl. *Administration*), ustanova terminala zaslužna za kontrolu operacija na terminalu, često u obliku tornja sa dobrom vizualnom preglednošću terminala. Ovdje se odvija logistički dio operacija intermodalnog lučkog terminala, gdje se koordinira i planira redoslijed ukrcavanja, iskrcavanja, te pohranjivanja radi osiguranja efektivnosti i efikasnosti ukrcavanja ili iskrcavanja potrebnih kontejnera.
- Željeznički terminal na doku, (engl. *On-dock rail terminal*), mjesto na terminalu gdje dijelovi i kompozicije vagona izravno dolaze na lučki terminal i olakšavaju i ubrzavaju proces prekrcaja kontejnera na vagone ili sa vagona,
- Održavanje (engl. *Maintenance*), područje u kojemu se odvija održavanje opreme terminala.

3. Analiza eksternih troškova unutar procesa prijevoza

Eksterni troškovi u prijevozu označuju vrlo važan pojam koji je sastavljen od više različitih vrsta troškova. Imaju veliku ulogu u prijevoznim procesima ali ih je jako teško kvantificirati te donijeti točnu novčanu vrijednost, pa je radi toga teško dobiti pravovaljane podatke koji bi točno mogli odrediti utjecaj eksternih troškova. Prije svega potrebno je definirati interne, eksterne te internalizaciju eksternih troškova u prometnom sustavu.

Interni troškovi su troškovi koje proizvodi i snosi korisnik prijevoznih procesa, a oni podrazumijevaju sve troškove potrebne za realizaciju prijevoznih procesa (infrastruktura, suprastruktura). Vrlo su važni pri donošenju odluka te ih se gleda prije eksternih troškova koji su za održivi razvoj u ovom pogledu važniji.

Eksterni troškovi samim time predstavljaju suprotan pojam, točnije, predstavljaju troškove koje proizvode korisnici prijevoznih procesa, a koje taj korisnik ne snosi, npr. korisnik automobila, dok plaća interne troškove u vidu troška goriva, troška održavanja, izgubljenog vremena, ne plaća to što vozilo prouzrokuje eksterne troškove. Prijevoznim procesom stvaraju se eksterni troškovi u vidu nesreća, zagađenja zraka, klimatskih promjena, zagađenja zraka te zagušenja. Što je u idućim poglavljima detaljnije objašnjeno.

Internalizacija eksternih troškova je ono čemu se teži, točnije pojam predstavlja kvantifikaciju eksternih troškova u smislu novčane vrijednosti proizvedenog troška. Internalizacija tj. određivanje novčane vrijednosti nanesenih eksternih troškova uvelike bi promijenilo europsku sliku najčešće korištenih vidova transporta, te bi generirala tehnološko unaprjeđenje vidova transporta koji generiraju najmanje eksterne troškove, kako će biti prikazano nadalje u radu. Internalizacija eksternih troškova može se provesti izravnom potporom Europske unije (EU), u vidu postojanja organa posvećenoga samo za mjerenje eksternih troškova različitih vidova prijevoza, u pravom vremenu, pomoću čega bi se određivanjem novčane vrijednosti nanesenih eksternih troškova preko organizacije naplatili isti. To bi rezultiralo u odabiru vida prijevoza sa najmanjim eksternim troškovima.

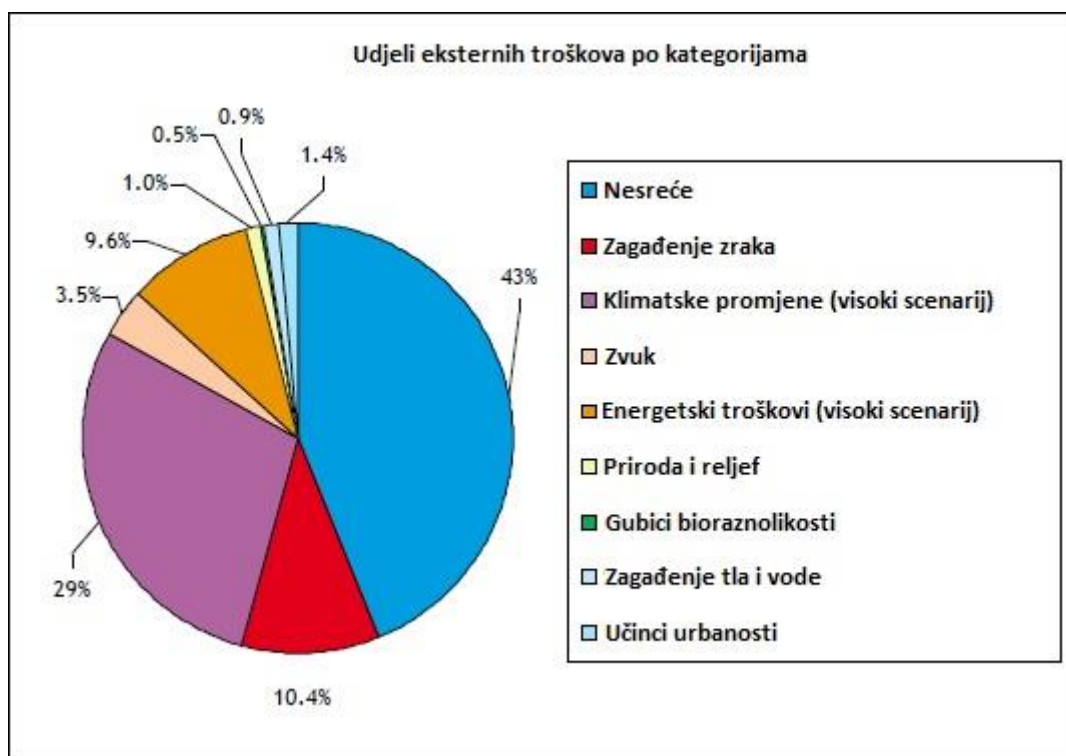
U ovom radu pokazat će se usporedbe različitih studija o eksternim troškovima prijevoznog procesa u Europi, iz razloga poteškoća usporedbi različitih studija provedenih u svrhu određivanja eksternih troškova u prometu, u ovom radu većinom će se koristiti podaci iz studije Eksternih troškova prijevoza u Europi, (engl. *External Costs of Transport in Europe*), u kojoj se nalaze podaci istraživačkih organizacija *CE Delft*, *INFRAS* i *Fraunhofer ISI*. Referenca za tu studiju je *INFRAS/IWW*. Studije s kojima će se pokušati usporediti uključuju *EcternE*, *RECORDIT*, *UNITE*, *TRL*, *NEEDS*.

Obuhvaćeni eksterni troškovi su¹⁰:

- nesreće,
- zagađenje zraka,
- klimatske promjene,
- zagađenje zvukom,
- zagušenje.

Napomena: zagušenje se gleda kao odvojeni eksterni trošak te se često navodi odvojeno kao posebni eksterni trošak,

Zbroj svih eksternih troškova za EU, uz uključene Norvešku i Švicarsku u 2008 iznose više od € 500 milijardi, što iznosi 4% bruto domaćeg proizvoda (BDP-a). Oko 77% troškova su generirani od strane putničkog prijevoza dok na teretni prijevoz odlazi 23%. Uz ove eksterne troškove, troškovi zagušenja radi cestovnog prijevoza iznose od 46 do 243 milijarde € (1 do 2% ukupnog BDP-a), što je prikazano u postocima slikom 8.



Slika 8. Prikaz udjela različitih vrsta eksternih troška u ukupnom eksternom trošku, isključujući troškove zagušenja

Izvor: External Costs of Transport in Europe; str 80.; 7.7.2017.

¹⁰ Izvor: External Costs of Transport in Europe; Str. 3; 7.7.2017

3.1. Eksterni troškovi nesreća

Troškovi nesreća u procesu prijevoza odnose se i rezultat su prometnih nesreća, odnose se na velik dio eksternih troškova (faktori utjecaja su sloboda kretanja, kontrola pojedinca, osobnosti vozača, neodgovornost vozača, itd.) Elementi eksternih socijalnih troškova prema INFRAS/IWW (2004) su¹¹ materijalne štete, administrativni troškovi, medicinski troškovi, proizvodni gubici i nematerijalni troškovi koji se odnose na skraćenje vijeka života, patnju, bolu, tugu za izgubljenim itd. Materijalnim troškovima lako se može odrediti trošak, jer su korisnici najčešće protiv takvih troškova osigurani te plaćaju premije. Za nematerijalne troškove nije tako, takvi troškovi su subjektivni te se teško mogu odrediti, za takve troškove postoje posebne studije o procjeni nematerijalnih troškova, suma materijalnih i nematerijalnih troškova određuje ukupne socijalne troškove nesreća. Kako bi se dobile komponente eksternih troškova nesreća, od socijalnih troškova mogu se oduzeti materijalni troškovi nesreća, jer su ti troškovi već internalizirani, te im je novčana vrijednost određena u vidu izvješća iz osiguravajućih kuća. Tablicom 1. prikazani su i objašnjeni elementi ocjenjivanja eksternih troškova nesreća. Eksterni troškovi uzrokovani nesrećama 2000.g. U izvješću INFRAS/IWW iznosili su 156.439 mil.€/god. Što predstavlja 24% od ukupnih eksternih troškova

Tablica 1. Prikaz i objašnjenja elemenata eksternog troška nesreća

Element eksternog troška nesreće	Smrtni slučajevi	Ozljede
Vrijednost rizika	Gubitak korisnosti žrtve, patnja prijatelja, rodbine	Bol i patnja žrtvama, prijateljima i rodbini
Gubitak produktivnosti	Gubitak produktivnosti žrtve, radi smanjenog vremena rada, troškovi zamjene	
Zdravstveno osiguranje	Troškovi zdravstvene skrbi prije nego je žrtva preminula	Troškovi zdravstvene skrbi sve dok se žrtva u potpunosti ne oporavi
Administrativni troškovi	Troškovi policije radi izlaska, te trošenja vremena, te osiguranja koje ne snose žrtve	

Izvor: External Costs of Transportation in Europe; str 29; 7.7.2017

U ovim studijama pristup procjeni eksternih troškova vrši se na dva načina¹²:

1. Za nesreće gdje je uključeno više vidova prijevoza, pretežito na križanjima cesta i željeznica, procjena se vrši prema odgovornosti, tj. eksterne troškove snosi stranka koja je odgovorna za nesreću.
2. Kada je u nesreću uključeno više stranki istog vida prijevoza za procjenu eksternih troškova koristi se metoda potencijala štete, gdje su za sve štete nastale na određenom uključenom vozilu odgovorne osobe u drugom uključenom vozilu

¹¹ Izvor: External Costs of Transportation in Europe; Str. 29; 7.7.2017

¹² Izvor: External Costs of Transportation in Europe; str 30; 7.7.2017

Metodologija izračuna eksternog troška nesreća u procesu prijevoza svodi se na procjenu troškova navedenih u tablici 1., broju žrtava, teških ozljeda i lakih ozljeda, nakon čega se oduzmu novčana sredstva nadoknađena od strane osiguravajućih kuća, te se nakon toga odrede ukupni eksterni troškovi nesreća, pa se eksterni troškovi dodijele pripadajućoj vrsti prijevoznog sredstva, da bi se nakon toga troškovi po vozilu podijelili na troškove po putničkom kilometru (pkm) i tonskom kilometru (tkm)

3.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena

Kod spominjanja eksternih troškova klimatskih promjena govori se stakleničkim plinovima koji su, uzrokovani prijevoznim operacijama prema Europskoj komisiji 2007. g. doprinosili sa 19.5% ukupne emisije stakleničkih plinova. Emisije stakleničkih plinova uzrokuju razne posljedice, kao što su porast razine mora, utjecaji na zdravlje, utjecaj na poljoprivredu, kisele kiše, pojavljivanje ekstremnih vremenskih neprilika.

Glavni staklenički plinovi su ugljikov dioksid (CO₂), dušikov oksid (N₂O), metan (CH₄). Postoje različite komponente utjecaja klimatskih promjena, u vidu ireverzibilnosti tj. dugoročnom djelovanju stakleničkih plinova na rast prosječne temperature na planeti Zemlji, u vidu nesigurnosti, gdje se ne poznaju moguće posljedice dugoročnog djelovanja štetnih plinova na klimatske promjene, u vidu globalnosti, gdje emisije stakleničkih plinova utječu jednako na cijelu planetu i sve koji žive na njoj.

Za kvantifikaciju koriste se dva pristupa, u vidu¹³:

- trošak štete (engl. *Damage cost*) koji procjenjuje marginalne troškove koji se baziraju na stvarnim fizičkim štetama marginalnog smanjenja stakleničkih plinova,
- trošak izbjegavanja (engl. *Avoidance cost*) koji na temelju specifičnih ciljeva smanjenja emisija stakleničkih plinova može procijeniti marginalne troškove s gledišta isplativosti. Što bi značilo procjenu djelovanja stakleničkih plinova te na temelju tih rezultata odrediti trošak poduzimanja akcija izbjegavanja budućih djelovanja stakleničkih plinova. Za njih se često uzme scenarij visoke štete radi sigurnosnih razloga

Prema INFRAS/IVV studiji troškovi izbjegavanja i štete su sljedeći:

- trošak izbjegavanja: 37 – 135 EUR po toni CO₂
- trošak štete: 0.05 – 200 EUR po toni CO₂

Problem studija o eksternim troškovima klimatskih promjena leži u nesigurnosti informacija, te nemogućnosti određivanja učinaka na kratkoj skali. Razlog tomu je relativno kratak period mjerenja čemu je zaslužna nagla industrijalizacija. Moderni razvoj do današnje točke dogodio se unutar 200 godina, što je jako kratko vrijeme za procjenu dugoročnih šteta. Rezultati INFRAS/IWW studije za gornju granicu koriste smjernice od 50% smanjenja CO₂ u Europskom prijevozu do 2030. g. u usporedbi sa 1990. g., dok je za donju granicu uzet u obzir Kyoto dogovor smanjenja emisija od 8% u prvom periodu, od 2008-2012. g. Tablicom 2. prikazane su usporedbe različitih studija o eksternim troškovima klimatskih promjena za 2000. g.

¹³ Izvor Danish Ministry of Transport, External costs of Transport, 1st Report; Str. 31;8.7.2017.

Tablica 2. Usporedba procjene eksternih troškova klimatskih promjena različitih studija, za 2000.g.

EUR po toni CO ₂		Troškovi izbjegavanja	Troškovi štete
ExternE Vol. 7 Methodology Update	EUR₁₉₉₅		18-46 (3.8 - 139)
ExternE Friedrich and Bickel(2001)	EUR₂₀₀₀	19	2.4 (1.4 - 4.1)
RECORDIT	EUR₁₉₉₅	37 (37 - 135)	
INFRAS/IWW	EUR₁₉₉₅	135 (37 - 135)	(0.05 - 200)
UNITE	EUR₂₉₉₀	20 (5 - 38)	
TRL	EUR₂₀₀₀	135	18-46 (3.8 - 139)
TRL Sansom et.al.(2001)	EUR₂₀₀₀		20 (10 - 40)

Izvor: Danish Ministry of Transport, External costs of Transport, 1st Report; Str. 36;8.7.2017.

*Napomena: preporučene vrijednosti su napisane u **bold-u**.*

3.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka

Troškovi zagađenja zraka imaju više posljedica, pa se tako zagađenje zraka očituje u učincima na zdravlje ljudi u vidu bolesti vezanih za respiratorne sustave i zagađenje okoliša, uključujući narušavanje i ugrožavanje biljnog i životinjskog svijeta. Za proces prijevoza najčešće se vežu za PM čestice tj. čestice u zraku (eng. *Particulate Matter*), dušikov oksid (NO_x), sumporov dioksid (SO₂), VOC i ozon (O₃). Staklenički plinovi nisu uključeni radi toga što direktno ne nanose štetu, oni su pokriveni eksternim troškovima klimatskih promjena.

Procjena učinka zagađenja zraka zadnjih je godina u porastu, tako da je pozadina procjene eksternih troškova zagađenja zraka poduprta mnogim znanstvenim istraživanjima. Postoje dva načina pristupa procjeni štete zagađenjem zraka¹⁴:

1. Pristup odozdol: procjena eksternog troška zagađenja zraka na temelju posljedice, koji zahtjeva sljedeće korake: emisija štetnih ispušnih plinova, prijenos, koncentracija, šteta (na ljudima, okolišu), monetizacija, trošak. Ova metoda je do sad najbolje elaborirana te kao takva se najviše koristi, a koristi se i u ovoj studiji. Računa se množenjem prosječnih vrijednosti eksternog troška zagađenja sa volumenom prijevoza određenog vida prijevoza. Određuje trošak € po toni polutanta.
2. Pristup odozgor: procjena eksternog troška na temelju povijesti emisija štetnih ispušnih plinova. Određivanje štete po pojedinom vidu prijevoza zahtijeva dodatne informacije o tome koliko koji vid pridonosi kojemu polutantu.

¹⁴ Izvor: External Costs of Transport in Europe; str. 34; 7.7.2017.

Elementi određivanja troškova su sljedeći:

- Učinci na zdravlje u vidu kardiovaskularnih i bolesti respiratornog sustava, za koji su najviše zadužene PM čestice (PM₁₀, PM_{2.5}), koji su tablicom 3. prikazani usporedbom 2002. godine i 2008. godine,
- Štete na zgradama i materijalne štete na dva načina; a) prljanje površina na zgradama b) propadanje fasada radi korozije česticama kao što su NO_x i SO₂,
- Učinci na usjeve ozona, NO_x i SO₂ koji uzrokuju smanjenje uspjeha usjeva,
- Učinci na ekosustav i bio raznolikost radi „kiselih“ polutanata kao što su NO_x i SO₂, ovi se troškovi ne uključuju u većini studija, projekt NEEDS je jedna od prvih studija koja kvantificira faktore troškova za narušavanje ekosustava i bio raznolikosti radi zagađenja zraka.

Tablica 3. Procjena eksternih troškova zagađenja zraka na zdravlje

Učinak	Trošak po jedinici vremena (€ po jedinici)		Jedinica
	2002	2008	
Akutna smrtnost (Izgubljene godine života)	60,500	67,200	Po godini
Kronična smrtnost (Izgubljene godine života)	40,300	44,800	Po godini
Kronični bronhitis	153,000	169,900	Po slučaju
Respiratorne/srčane bolničke prijave	1,900	2,100	Po prijavi
Dani zabranjenih aktivnost	76	84	Po danu
Dani ograničenih aktivnosti	31	34	Po danu
Korištenje respiratorne opreme	1	1.1	Po danu

Izvor: NEEDS 2006; Str 40; 7.7.2017

Metodologija određivanja troška po pkm i tkm (pkm – putnički kilometar, tkm – tonski kilometar) po vidu prijevoza je sljedeća, nakon određivanja faktora emisija štetnih čestica po vidu prijevoza i uzimanja u obzir prijeđene kilometre po vidu prijevoza, računaju se ukupne emisije zagađenja zraka po kategoriji vozila što rezultira ukupnim eksternim troškovima zagađenja zraka, nakon čega se za svaku vrstu vozila odredi eksterni trošak zagađenja zraka iz čega se dobije eksterni trošak po pkm i tkm po vidu prijevoza.

3.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom

Zvuk također predstavlja element ukupnih eksternih troškova u prijevoznom procesu. Očituje se na više načina, posljedice uključuju utjecaje na zdravlje, kao i utjecaje na način života iritacijom, tako se razlikuju dvije vrste učinaka zvuka¹⁵:

- trošak iritiranja, koji rezultira u ekonomskim i socijalnim troškovima, u vidu smanjenja produktivnosti, dekoncentriranju, odlasku i ne dolaženju u objekt koji je blizu izvora zvuka, itd.

¹⁵ Izvor: External Costs of Transport in Europe; Str: 50; 8.7.2017.

- Utjecaj na zdravlje, razina zvuka iznad 85 dB može uzrokovati gubljenje sluha, zvukovi iznad 60 dB povećavaju rizik od kardiovaskularnih bolesti, povećanja tlaka, te hormonskih promjena, utjecaj zvuka na san također ulazi u utjecaj na zdravlje, a zvukovi iznad 120 dB-a uzrokuju fizičku štetu u vidu pucanja bubnjića. Sve to rezultira u raznim vrstama troškova, kao što su pad produktivnosti, skraćenje života radi bolesti, medicinski troškovi.

Marginalni troškovi računaju se pomoću distribucije i udaljenosti izloženih osoba od izvora zvuka, postojeće razine zvuka, vremena u danu¹⁶. Ti troškovi jako su promjenjivi i različiti, ovise o mnogo faktora, kao što su razlike u prometu preko dana i u noći, stanju kolosijeka, kolnika, kotača i guma, itd.

Fizičko mjerenje vrši se kalkulacijom broja ljudi koji su bili izloženi različitim razinama jačine zvuka, a za neke studije se koristi i broj ljudi koji su iskusili učinke na zdravlje i san.

Za INFRAS/IWW studiju procjena eksternog troškova vrši se pristupom odozdol te se temelji na tri koraka¹⁷:

1. Procjena broja ljudi koji su osjetili učinke zvuka od strane različitih vozila. Razlikuju se pet razreda buke 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, 70-74 dB, te više od 75 dB, a za zvukove ispod 55 dB smatra se da nemaju učinka na zdravlje,
2. Procjena eksternog troška učinka zvuka množenjem osoba koji su osjetili posljedice sa brojem osoba koje su bile izložene,
3. Izračun prosječnog troška učinka zvuka po različitim vidovima prijevoza, sa različitim faktorima učinka po vidu prijevoza. Iz ovoga izračuna dobije se učinak u km po vidu prijevoza.

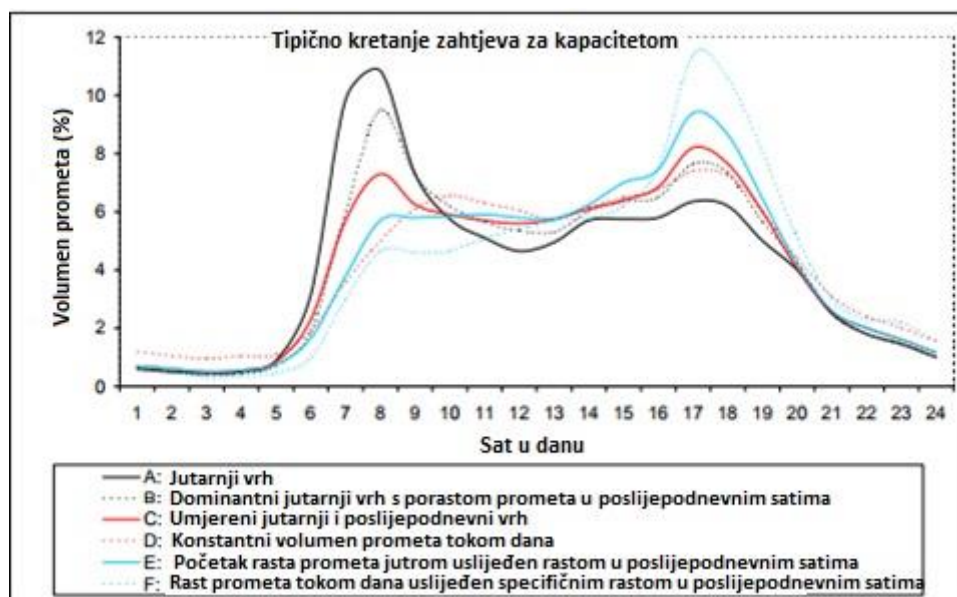
Prema INFRAS/IWW „finalno izvješće, Zurich/Karlsruhe, listopad 2004“ izvješću naspram INFRAS/IWW 2000, ukupni eksterni troškovi zvuka narasli su drastično, točnije za 25%, na 46 milijardi € sa početnih 36 milijardi €.

3.5. Eksterni troškovi zagušenja

Zagušenje, u prijevozu označava pojavu premalog kapaciteta prometnice naspram trenutnog potrebnog kapaciteta, najčešće se događa ne iz razloga što prometnica cijelo promatrano vrijeme nije dovoljno velikog kapaciteta, nego u vršnim satima (satima najveće potražnje za prometnim kapacitetom) te iznimnim događajima (prometne nesreće, radovi, itd.), gdje je broj vozila najveći. Tipična potražnja za prometnim kapacitetom infrastrukture prikazana je slikom 7. Zagušenje se sastoji od dvije komponente troškova, interni i eksterni, interni predstavljaju troškove koje korisnici prijevoza nanose jedni drugima, ali ne utječu na ostatak populacije. Eksterni troškovi ovise o vidu prijevoza tj. dali je prijevoz po rasporedu ili nije po rasporedu.

¹⁶ Izvor: Danish Ministry of Transport, External costs of Transport, 1st Report; Str. 38; 8.7.2017.

¹⁷ Izvor: External Costs of Transport in Europe; Str: 54; 8.7.2017.



Slika 9. Prikaz prosječne potražnje za prometnim kapacitetima cestovnog prijevoza

Izvor: External Costs of Transport, Update study; Str. 69; 8.7.2017

Postoje dvije izlazne mjere eksternih troškova zagušenja¹⁸:

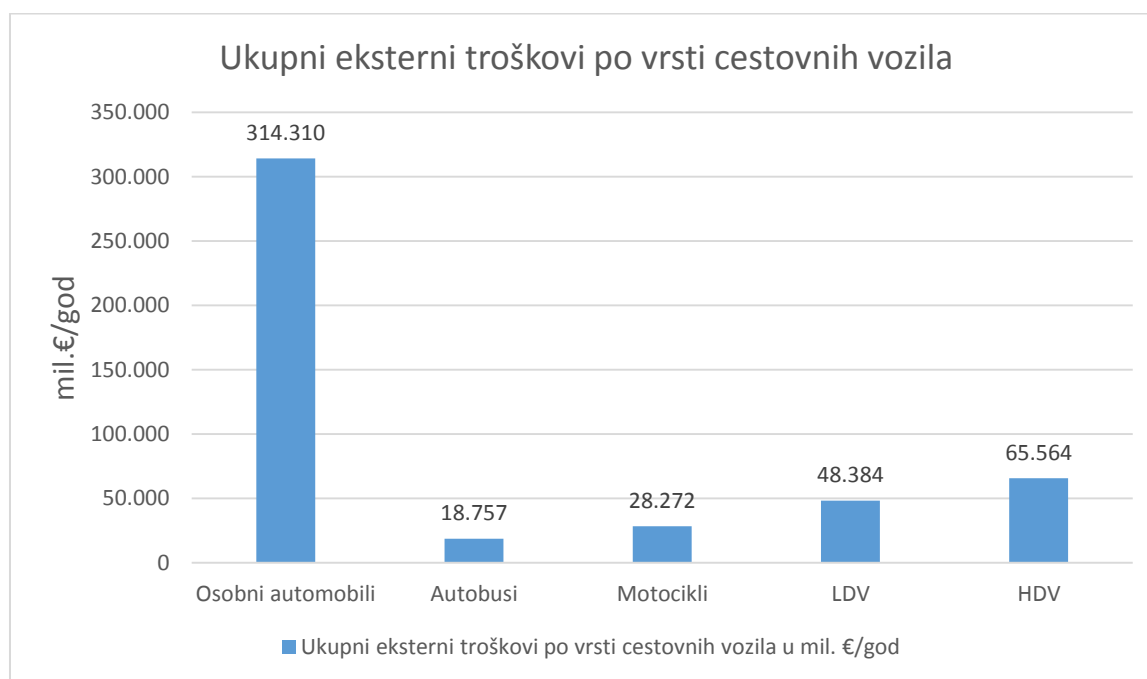
- gubitak mrtve mase, društveni gubici radi smanjene društvene efikasnosti u vidu donošenja odluka o putovanju,
- troškovi kašnjenja, jednostavan pokazatelj nedostatka kapaciteta i opsega otkaza tržišta radi zagušenja

Za svaku od navedenih mjera uzeti su ekonomski gubici gubljenja vremena uz dodatak radi trošenja goriva i operacijskih troškova vozila u zagušenju. U putničkom prometu vrijednost vremena po satu putnika za poslovne puteve je 24 €, dok je za kratke puteve radi odmora 7 € po satu, za duga putovanja postoji dodatak od 10% na završnu vrijednost, dok je za putovanja autobusom ta vrijednost 10-25% manja od putovanja automobilom. Za teretni cestovni prijevoz trošak vremena iznosi 2,98 € po toni tereta.

¹⁸ Izvor: External Costs of Transport in Europe; Str 57; 8.7.2017

4. Eksterni troškovi u realizaciji cestovnog prijevoza

Eksterni troškovi u cestovnom prometu s obzirom na količinu putnika i robe prevezenom tim vidom predstavljaju najveće eksterne troškove od svih vidova prijevoza. Ukupni eksterni troškovi prema studiji INFRAS/IWW za putnički prijevoz iznose 65 € po 1000 pkm, dok prosječni eksterni trošak za teretni prijevoz iznosi 50 € po 1000 tkm, u prosjek ulaze eksterni troškovi za teška vozila (HDV, engl. *Heavy Duty Vehicles*) koji doprinose sa 34 € po 1000 tkm, i laka vozila (LDV, engl. *Light Duty Vehicles*) sa 146 € po 1000 tkm. Grafikonom 1. prikazani su ukupni eksterni troškovi po vrsti vozila.



Grafikon 1. Prikaz ukupnih eksternih troškova po vrsti prijevoza.

Izvor: Izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008; 9.7.2017.

4.1. Eksterni troškovi nesreća u realizaciji cestovnog prijevoza

Eksterni troškovi nesreća u cestovnom prijevozu predstavljaju najveću komponentu u ukupnom eksternom trošku cestovnog prijevoza, te su u 2008. iznosili 186.528 mil. €/god., najveći su za osobna vozila, za usporedbu, eksterni trošak osobnih vozila je 157.105 mil. €/god, dok je za teretna vozila, kojima upravljaju kvalificirani vozači 38.282 mil. €/god, što je četverostruka razlika u korist teretnog prijevoza cestom. Ukupni eksterni troškovi nesreća za putnički cestovni prijevoz izražene prijevoznim jedinicama iznose 33,6 €/1000pkm i za teretni, 17 €/1000tkm.

Razlog je donekle vidljiv sam po sebi, osobnim vozilima upravljaju osobe koje nisu profesionalni vozači te sjedaju u vozilo u raznim stanjima, umor, pijanstvo, iritiranost, i sva ostala stanja koja mogu utjecati na ponašanje vozača na cesti. Dok kod teretnog prijevoza

cestom, prijevoz obavljaju osobe kvalificirane za vožnju, svjesnije svojih djelovanja te ponašanja na cesti. Glavni izvor za podatke o cestovnim nesrećama je Europska baza podataka o cestovnim nesrećama CARE (engl. *European Road Accident Database CARE*). Grafikonom 2. vizualno su prikazani udjeli eksternih troškova nesreća po vrsti vozila.



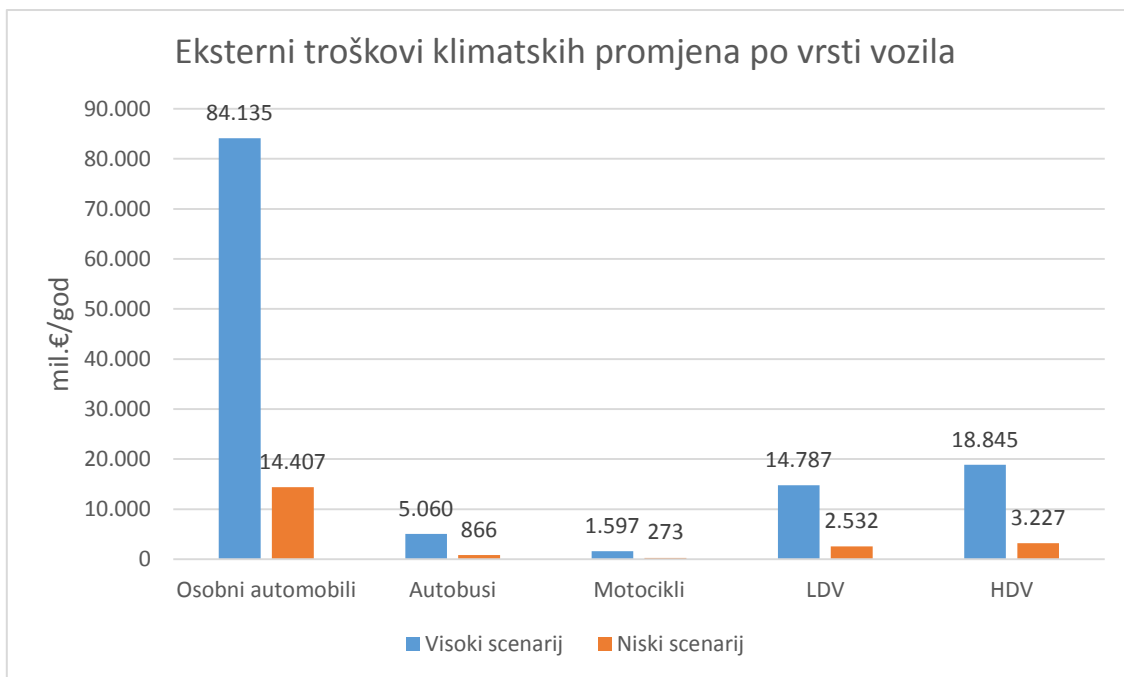
Grafikon 2. Prikaz eksternih troškova nesreća cestovnog prijevoza

Izvor: Izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008; 9.7.2017

4.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena u realizaciji cestovnog prijevoza

Troškovi klimatskih promjena također padaju na leđa cestovnog prijevoza zbog toga što su dominantna vozila na prometnicama vozila opremljena motorima sa unutarnjim izgaranjem, tek je nekolicina opremljena ili hibridnom tehnologijom, ili pogonom na električnu energiju.

Prema INFRAS 2008, za 2007.g. 19.5% ukupnih emisija stakleničkih plinova bilo je iz sektora prijevoza. Pa je tako eksterni trošak za klimatske promjene za visoki scenarij ukupno za cestovni prijevoz iznosio 50.606 mil €/ god. Grafikonom 3. prikazani su eksterni troškovi klimatskih promjena u cestovnom prijevozu u visokom scenariju (146 €/t CO₂), i niskom, (25 €/t CO₂).



Grafikon 3. Prikaz eksternih troškova klimatskih promjena po vrsti cestovnog vozila u visokom scenariju

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

4.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka u realizaciji cestovnog prijevoza

Eksterni troškovi zagađenja zraka cestovnih vozila odnose se na zagađenje štetnim ispušnim plinovima, te za cestovni putnički promet iznose 31.678 mil. €/god, a za teretni 18.928 mil. €/god, grafikonom 4. prikazane su udjeli vrijednosti eksternih troškova zagađenja zraka po vrsti vozila u ukupnim eksternim troškovima zagađenja zraka. Za cestovni putnički prijevoz, prosječni trošak zagađenja zraka iznosi 5,7 €/1000 pkm, a za teretni 8,4 €/1000 tkm. Od ukupnih 53 mil. € troškova za zagađenje zraka, cestovni prijevoz zaslužan je za 95% troškova. Najveći zagađivači su osobni automobili, koji su zaslužni za 50% eksternih troškova zagađenja zraka cestovnog prijevoza.

U novijim vozilima sa pogonom na fosilna goriva implementiraju se nove tehnologije kao što je EURO 6 norma, koja efikasno koristi povratak ispušnih plinova unutar motora kako bi iskoristio dio smjese zraka i goriva koja nije izgorjela, radi prebogatosti smjese. Količina štetnih ispušnih plinova ovisi o mnogo stvari, kao što su način vožnje, modernost motora, vrsta goriva, veličina i masa vozila i tereta, aerodinamičnosti, nadmorska visina ceste.



Grafikon 4. Prikaz vrijednosti eksternih troškova zagađenja zraka po vrsti vozila 2008.

Izvor: Izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008; 9.7.2017.

4.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom u realizaciji cestovnog prijevoza

Zagađenje zvukom u cestovnom prijevozu javlja se radi više faktora koji uključuju, vrstu i stanje guma, kolnika, motora, brzine. Najveći izvori zvuka u cestovnom prijevozu su buka motora ovisno o brzini kojom se automobil kreće te zvuk prijanjanja pneumatika na cestu. Na autocestama i brzim cestama koje su blizu ili prolaze kroz naseljena mjesta, obavezno je postojanje zvukobrana kako bi se umanjili štetni učinci zvuka. Razvojem električnih vozila uklonio bi se izvor zvuka motora iz cestovnih vozila, te bi samim time zagađenje bukom postalo minimalno.

Procijenjeni eksterni troškovi zvuka za 2008 za cestovna putnička vozila iznose 11.143 mil. €/god, dok je za teretni prijevoz ta brojka dvostruko manja te iznosi 5.631 mil. €/god. Grafikonom 5. prikazani su udjeli različitih vrsta vozila u ukupnim eksternim troškovima zagađenja zvukom.

Ako se proamtra cestovni prijevoz kao cijeli, zaslužan je za 35,1 €/1000vkm za putnički prijevoz, (vkm – engl. *vehicle km*, kilometar po vozilu), a za teretni (HDV, LDV) iznos je 22,9 €/1000vkm, ako se ta jedinica izrazi u putničkim ili tonskim kilometrima onda troškovi za putnički prijevoz iznose 17,7 €/1000pkm, a za teretni 8,1 €/1000tkm



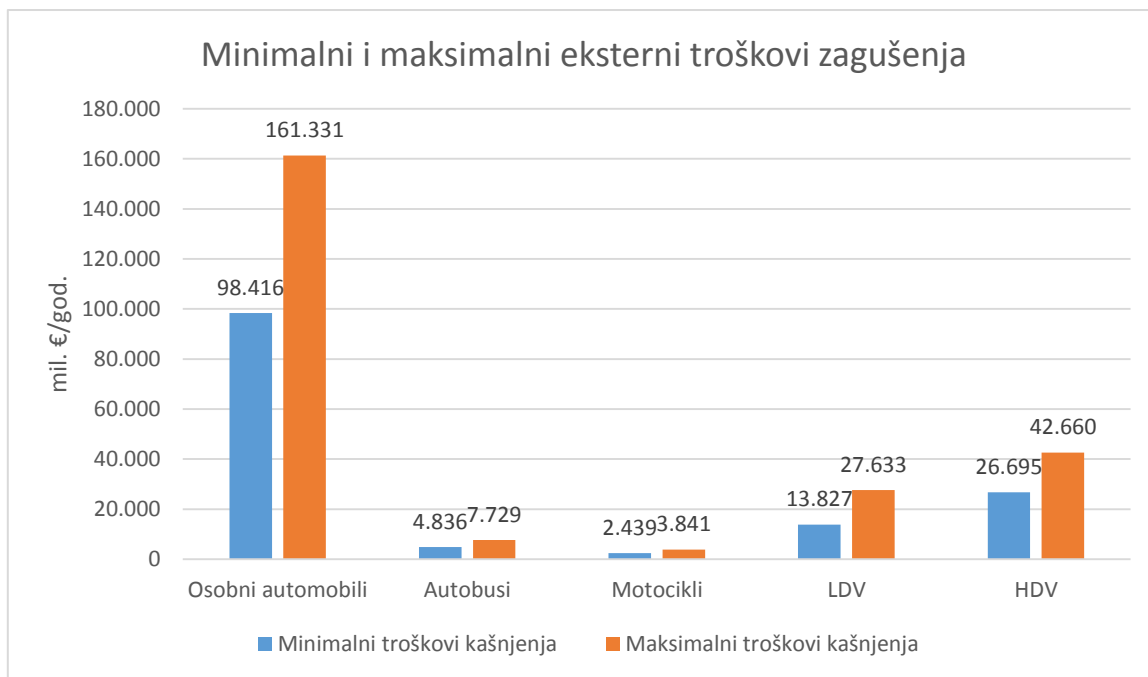
Grafikon 5. Prikaz eksternih troškova zagađenja zvukom po vrsti vozila

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017

4.5. Eksterni troškovi zagušenja u realizaciji cestovnog prijevoza

Zagušenje predstavlja eksterni trošak koji je jako diskutabilan te mu je jako teško odrediti eksterni trošak, ali u studiji INFRAS-a kao eksterni trošak zagušenja uzet je trošak minimalnog i maksimalnog vremena kašnjenja, te će kao takav biti prikazan. Zagušenje se kao eksterni trošak računa samo za cestovni prijevoz i to radi toga što pojedinac sam i svjesno odabire kojom će prometnicom i kada putovati te tako potencijalno utječe na ostale osobe. Te se to kašnjenje ne kompenzira, dok se u drugim prometnim granama kašnjenje obznani i šteta mu se nadoknadi.

Za 2008. prema INFRAS-u minimalni eksterni trošak zagušenja za putnički prijevoz iznosi 105.691 mil. €/god, a za teretni prijevoz je ta brojka 40.522 mil. €/god, a maksimalni ukupni trošak za zagušenje putničkog prijevoza iznosi 172.901 mil. €/god., a teretnog 70.293 mil. €/god prikazano grafikonom 6. uz prikaz eksternih troškova po vrsti transporta.

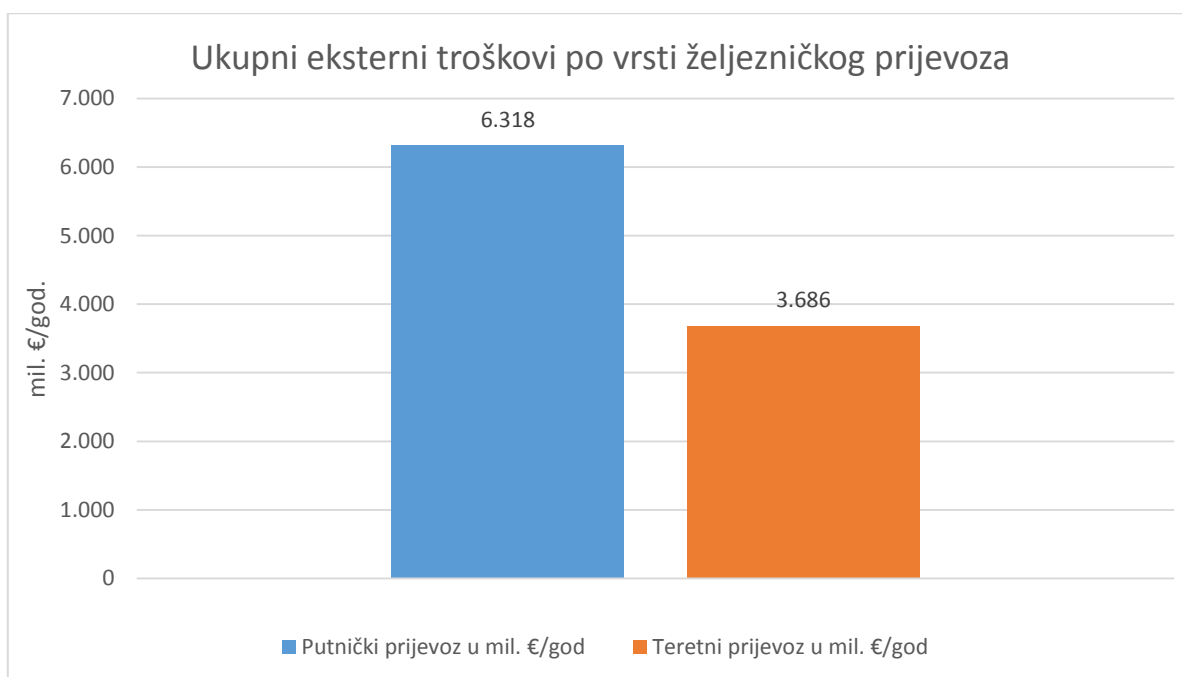


Grafikon 6. Prikaz eksternih troškova k zagušenja po vrsti cestovnog vozila

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

5. Eksterni troškovi u realizaciji željezničkog prijevoza

Eksterni troškovi u željezničkom prijevozu odnose se i na željeznička dizelska i na električna željeznička vozila. Tako prema INFRAS 2008 prosječni eksterni trošak za putnički prijevoz dizelskog vlaka iznosi 34 € po 1000 pkm, dok je za električne ta brojka više nego dvostruko manja i iznosi 12 € po 1000 pkm, razlog tomu nisu samo emisije, nego činjenica da dizelski vlakovi prevoze manje putnika. Za teretni prijevoz eksterni troškovi vlakova iznose 7,9 € po 1000 tkm. Na godišnjoj bazi, eksterni trošak za željeznički prijevoz putnika u mil. € iznosi 6.318 mil. €/god, a za teretni je ta brojka manja i iznosi 3.686 mil. €/god. kako je prikazano grafikonom 8.



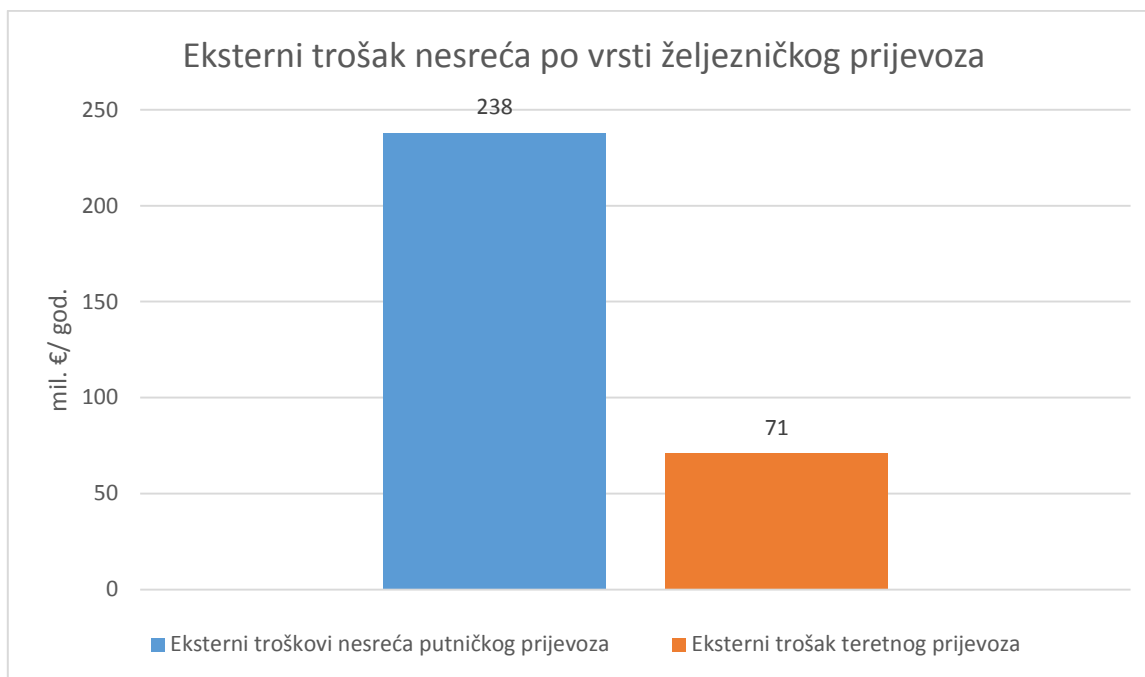
Grafikon 7. Prikaz eksternih troškova po vrsti željezničkog prijevoza

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

5.1. Eksterni troškovi nesreća u realizaciji željezničkog prijevoza

Nesreće u željezničkom prijevozu predstavljaju rijetkost, ali željezničke nesreće donose velike posljedice, te troškove u vidu reparacije štete oštećenja tračnica, infrastrukture, također problem tada predstavlja zaustavljanje prometa tim dijelom tračnica. O količini štete također ovisi kakav teret se vozi vlakom, npr. ako se vozi nafta, i desi se da se nafta iz cijele kompozicije izlije, to predstavlja veliku ekološku katastrofu, također ako se nesreća dogodi putničkom vlakom, velike su mogućnosti za velikim brojem ozljeda. Za ozljede u željezničkom prijevozu ne postoji kvalifikacija laganijih ozljeda, nego samo teške, i u studiju nisu uključeni pokušaji samoubojstava i samoubojstva. Za željeznicu, trošak nesreća putničkog prijevoza

iznosi 0,6 €/1000pkm godišnje, a teretnog 0,2 €/1000tkm godišnje¹⁹. Grafikonom 8. prikazani su godišnji troškovi nesreća za putničke i teretne vlakove.



Grafikon 8. Prikaz eksternih troškova nesreća po vrsti željezničkog prijevoza

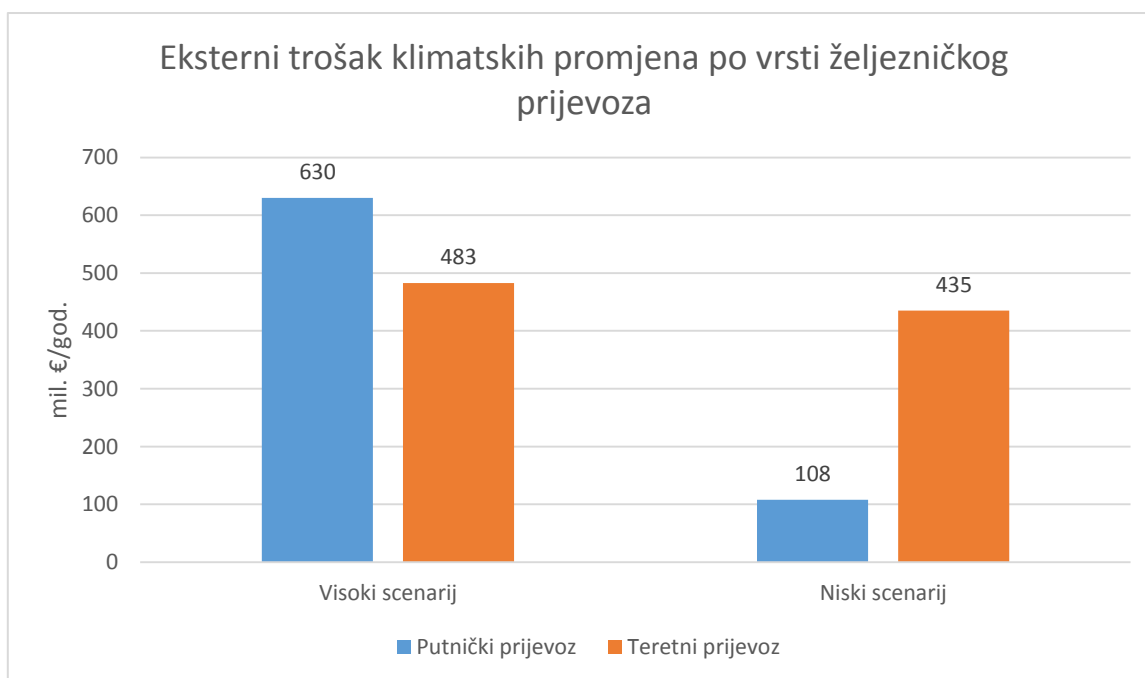
Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

5.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena u realizaciji željezničkog prijevoza

Troškovi klimatskih promjena u željezničkom prijevozu promatraju se u segmentu dizelskih vlakova, jer električni ne proizvode emisije štetnih plinova, te kao takvi ne doprinose klimatskim promjenama.

Prosječni eksterni trošak klimatskih promjena za putnički prijevoz u visokom scenariju sa 146 €/t CO₂ iznosi 1,5 €/pkm godišnje, za niski (25 €/t CO₂) ta je brojka 0,3 €/tkm godišnje, za teretni ta brojka je 0,9 za visoki a za niski 0,2 €/tkm godišnje. Grafikonom 9. prikazani su eksterni troškovi klimatskih promjena željezničkog prijevoza

¹⁹ Izvor: External Costs of Transport in Europe; Str 74; 15.8.2017



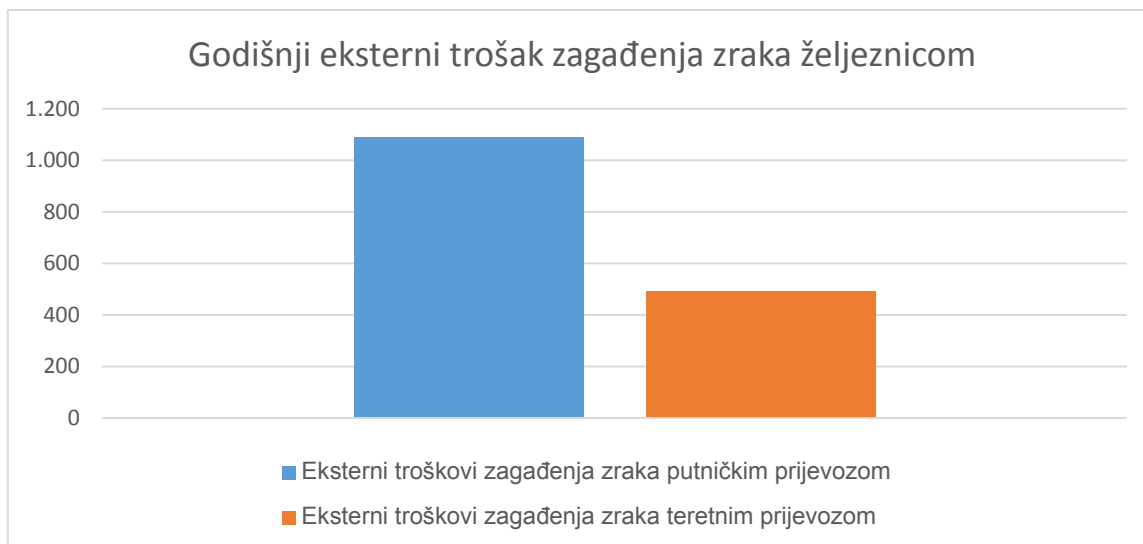
Grafikon 9. Prikaz eksternih troškova klimatskih promjena po vrsti željezničkog prijevoza

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

5.3. Eksterni troškovi zagađenja zraka u realizaciji željezničkog prijevoza

Zagađenje zraka, se kao i klimatske promjene svodi na dizelske vlakove, jer je zagađenje zraka električnih vlakova zanemarivo.

Eksterni trošak zagađenja zraka željeznice iznosi 1,1 €/1000 tkm, za teretni, 2,6 €/1000 pkm za putnički, te ukupno 490 mil. €/god. za teretni i 1,090 mil za putnički. Samo 3% od ukupnih 53 mil. € eksternih troškova zagađenja zraka može se pridodati željezničkom transportu. Grafikonom 10. prikazani su godišnji troškovi zagađenja zraka putničkim i teretnim željezničkim prijevozom.



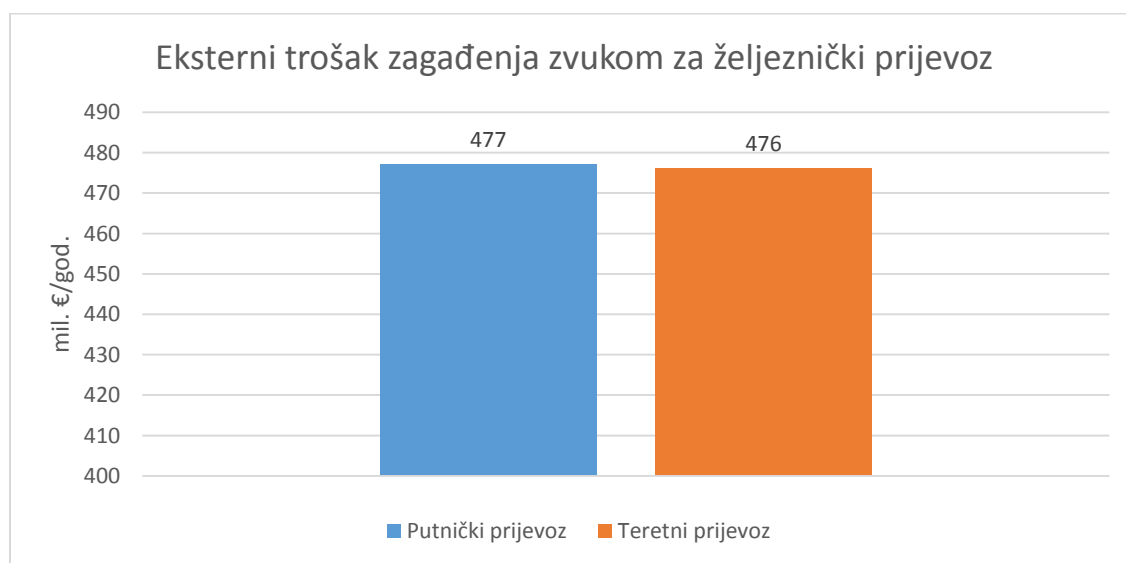
Grafikon 10. Prikaz eksternih troškova zagađenja zraka po vrsti željezničkog prijevoza

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

5.4. Eksterni troškovi zagađenja zvukom u realizaciji željezničkog prijevoza

Izvori zvuka u željezničkom prijevozu dolaze iz više izvora, kao što su kotrljanje čeličnih kotača te struganje istih, izvor buke radi brzine kretanja, izvor buke radi zvuka motora (za dizelske lokomotive).

Za putnički prijevoz po kilometru vozila trošak je 140.9 €/1000vkm, za teretni 536.5 €/1000vkm, a trošak izražen u prijevoznj jedinici za putnički prijevoz iznosi 1.2 €/1000 pkm i 1 €/1000 tkm za teretni prijevoz, a grafikonom 11 prikazana je razlika u godišnjem trošku zagađenja zvukom putničkog i teretnog prijevoza.



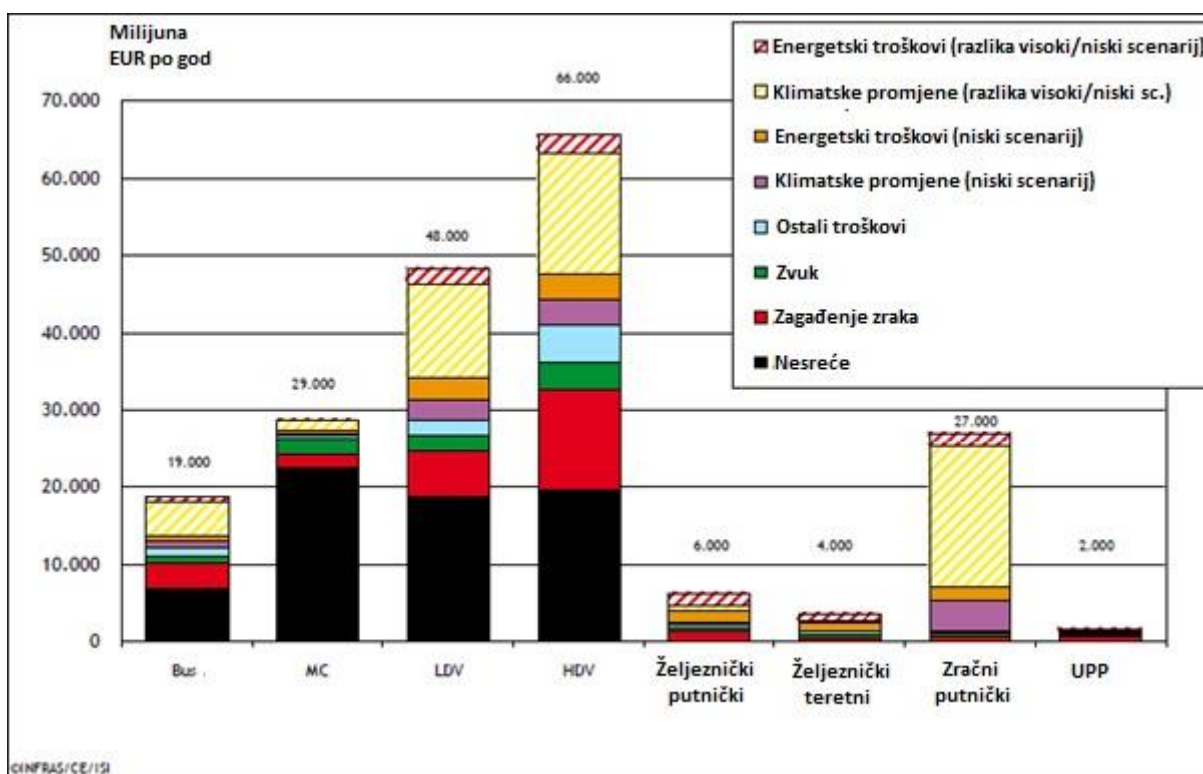
Grafikon 11. Prikaz eksternih troškova zagađenja zvukom po vrsti željezničkog prijevoza

Izvor: izradio autor prema podacima iz INFRAS 2008, 9.7.2017.

6. Komparativna analiza eksternih troškova intermodalnog prijevoza i eksternih troškova željezničkog i cestovnog prijevoza

Pri komparativnoj analizi ne iznosi se komparacija za svaku vrstu eksternih troškova radi manjka istraživanja te različitih jedinica mjerenja. Pokušat će se, što je to više moguće prikazati odnos eksternih troškova intermodalnog prijevoza u odnosu na cestovni i/ili željeznički. Glavni izvor podataka za eksterne troškove u Intermodalnom prijevozu biti će RECORDIT Final Report, Actions to Promote Intermodal transport, uz druge.

Vrijedi prikazati odnos ukupnih eksternih troškova unimodalnog prijevoza, u vidu različitih vidova prijevoza i vozila, autobus (engl. *Bus/Coach*), motocikli i mopedi (MC), LDV, HDV, putnički željeznički prijevoz (engl. Rail Passenger Transport), teretni putnički željeznički prijevoz (engl. Rail Freight Transport), uz prikaz eksternih troškova zračnog i prijevoza unutarnjim plovnim putevima, što je prikazano grafikonom 12. iz kojega je vidljivo kako i pri unimodalnom prijevozu, željezničkom prijevozu može parirati samo prijevoz unutarnjim plovnim putevima, no problem leži u pristupačnosti i činjenici da je željeznica dostupnija od unutarnjih plovnih puteva.



Grafikon 12. Prikaz eksternih troškova različitih vidova prijevoza i vozila (isključujući cestovni prijevoz osobnim automobilima i troškove zagađenja)

Izvor: External Costs of Transport in Europe, 9.7.2017.

Eksterni troškovi intermodalnog prijevoza izraženi su u €/40' kontejneru, što predstavlja problem u usporedbi eksternih troškova drugih vidova prijevoza za troškovima intermodalnog prijevoza, zato se koriste usporedbe na koridorima koji prikazuju dostavu od

vrata do vrata (engl. *Door-to-door*), što zapravo i je bit intermodalnog prijevoza. Te usporedbe, trenutno predstavljaju najrealnije usporedbe te ih se kao takve za sad treba gledati kao mjerodavne.

Za procjenu eksternih troškova važno je upoznati se sa pojmovima operacija „prije-prijevoza“ (engl. *Pre-haulage*), tj. put od pošiljatelja do terminala i „poslije-prijevoza“ (engl. *Post-haulage*) tj. put od odredišnog terminala do krajnje destinacije. Problem određivanja troška istih je nemogućnost generalizacije istih, iz razloga što mogu jako varirati, u smislu različitih udaljenosti od terminala do odredišta tj. mjesta dopreme do terminala²⁰

Trošak prekrcaja je element koji igra veliku ulogu u intermodalnom prijevozu, ovisno o energetske sposobnosti zemlje. Samim time RECORDIT je napravio tablicu, koja ukazuje na to koliko iznose eksterni troškovi za prekrcaj. Tablica 4. prikazuje podatke RECORDIT studije.

Tablica 4. Eksterni troškovi prekrcaja (€/40' kontejner)

Zemlja	Zagađenje zraka	Klimatske promjene	Ukupno
Francuska	0.04	0.01	0.05
Njemačka	0.07	0.10	0.17
Grčka	0.06	0.15	0.21
Mađarska	0.19	0.07	0.26
Italija	0.08	0.09	0.16
Nizozemska	0.03	0.05	0.07
Poljska	0.20	0.16	0.36
Španjolska	0.07	0.08	0.15
Švedska	0.01	0.01	0.02
Švicarska	0.02	0.01	0.02
Ujedinjeno Kraljevstvo	0.08	0.07	0.15

Izvor: RECORDIT Final Report. Actions to Promote Intermodal transport; Str. 71;10.7.2017.

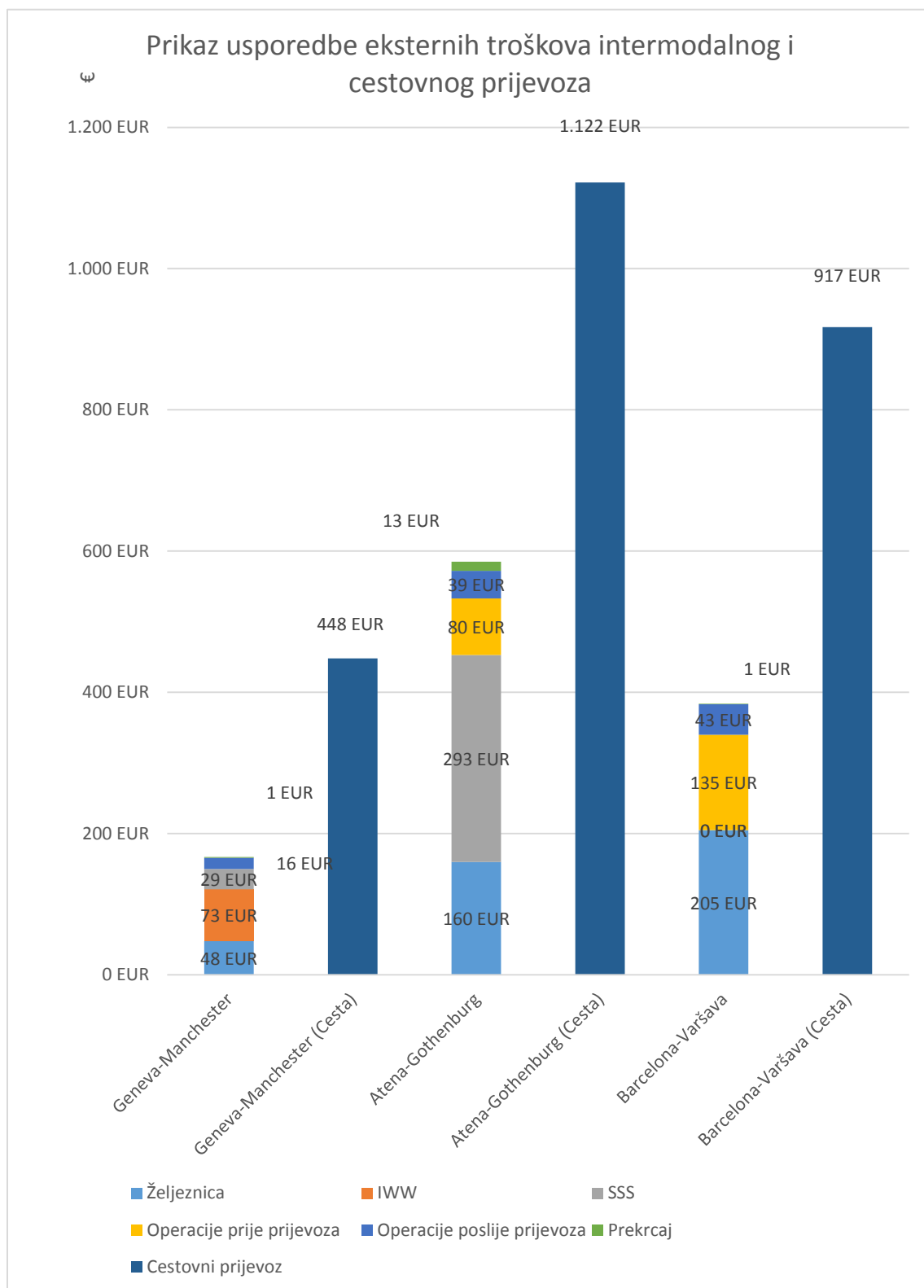
Sljedeće slijedi vizualni prikaz grafikonom 11. koji prikazuje koliko koji trošak iznosi u realizaciji intermodalnog prijevoza, čime će biti pobliže objašnjen i prikazan odnos troškova unutar intermodalnog prijevoza. Također prikazuje i razliku eksternih troškova u cestovnome i intermodalnom prijevozu. Pokazuje tri koridora na kojima su provedena istraživanja studije RECORDIT. Skraćenica SSS označava eksterne troškove kratkog putovanja morem, koji nije uključen u ovaj rad, ali je dio studije (engl. *Short sea shipping*). Koridori pokriveni RECORDIT studijom su:

- Geneva-Manchester
- Atena-Gothenburg (Patras-Gothenburg)
- Barcelona-Varšava

Iz grafikona 13. je vidljivo kako iako su eksterni troškovi za cestovni prijevoz mnogo veći, velik dio eksternih troškova u intermodalnom prijevozu odlazi na operacije prije i poslije prijevoza, osim na koridoru Geneva-Manchester koji uključuje kratko putovanje morem koje generira velike eksterne troškove. Eksterni troškovi za intermodalni prijevoz iznose od 0.08-0.15 €/40' kontejneru, više od prosjeka željezničkog prijevoza od 0.06 €/40' kontejner²¹, iz gore navedenog razloga, troška operacija prije i poslije prijevoza.

²⁰ Izvor: RECORDIT Final Report. Actions to Promote Intermodal transport; Str. 69;10.7.2017.

²¹ Izvor: RECORDIT Final Report. Actions to Promote Intermodal transport; Str. 73;10.7.2017.



Grafikon 13. Prikaz eksternih troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza na koridorima studije RECORDIT

Izvor: Izradio autor prema podacima iz RECORDIT Final Report. Actions to Promote Intermodal transport; Str.73 ;10.7.2017

Vrijedi prikazati i izračun Janic (2007) koja prikazuje odnos udaljenosti od vrata do vrata i eksternih troškova, tj. ukazuje na kojoj udaljenosti eksterni troškovi intermodalnog prijevoza postaju manji od eksternih troškova cestovnog prijevoza. Podaci su dani tablicom 5. iz koje će grafički biti prikazana točka u kojoj eksterni troškovi intermodalnog prijevoza postaju niži od eksternih troškova cestovnog prijevoza. Stupci dva, tri i četiri prikazuju eksterne troškove operacija prije ili poslije prijevoza, prekrcaja i eksterni trošak prijevoza, peti stupac prikazuje ukupne eksterne troškove intermodalnog prijevoza, a šesti cestovnoga.²²

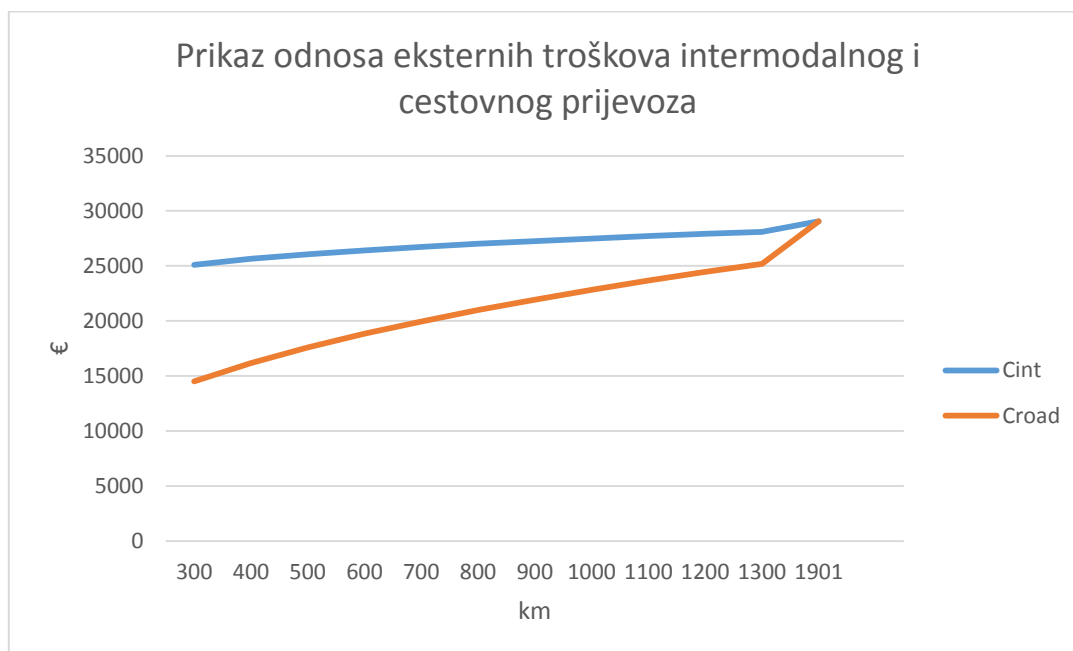
Tablica 5. Eksternih troškovi intermodalnog i cestovnog prijevoza s obzirom na udaljenost.

Udaljenost	$C_{int(1)}$	$C_{int(2)}$	$C_{int(3)}$	C_{int}	C_{road}
300	10483,69	385,40	3751,56	25104,35	14515,48
400	10483,69	385,40	4285,15	25637,93	16173,67
500	10483,69	385,40	4709,02	26061,80	17589,22
600	10483,69	385,40	5066,38	26419,17	18837,30
700	10483,69	385,40	5378,35	26731,14	19941,39
800	10483,69	385,40	5657,02	27009,81	20989,19
900	10483,69	385,40	5710,03	27262,81	21939,62
1000	10483,69	385,40	6142,54	27495,33	22826,21
1100	10483,69	385,40	6358,26	27711,04	23659,06
1200	10483,69	385,40	6559,89	27912,68	24445,90
1300	10483,69	385,40	6749,54	28102,32	25195,81
1901	10483,69	385,40	7709,35	29062,12	29062,38

Izvor: Review on the comparison of external costs of intermodal transport and unimodal road transport; Str. 9; 10.7.2017.

²² Izvor: Review on the comparison of external costs of intermodal transport and unimodal road transport; Str. 9; 10.7.2017.

Iz čega slijedi grafički prikaz točke izjednačenja eksternih troškova oba vida prijevoza, prikazano grafikonom 14.



Grafikon 14. Grafički prikaz odnosa eksternih troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza.

Izvor: Izradio autor prema podacima iz tablice 5;10.7.2017.

Vidljivo je iz navedenoga kako smanjenje eksternih troškova i opravdanje intermodalnog sustava, ovisi o udaljenosti na kojoj se koristi. Tek nakon udaljenosti od 1900 kilometara intermodalni transport ima niže eksterne troškove, ali kako je ranije vidljivo, iz grafikona 11. nakon tih udaljenosti intermodalni prijevoz ima mnogo niže eksterne troškove. Problem, kako je opet pokazano leži u operacijama prije i nakon prijevoza, jer se javlja više faktora koji generiraju eksterne troškove. To su prijevoz cestom, te radnje na terminalima, koje mogu generirati i do 90% eksternih troškova cijelog putovanja.

7. Zaključak

Eksterni troškovi, bez presedana zahtijevaju jednaku pažnju kao interni troškovi. Internalizacija i upoznavanje populacije s pojmom eksternih troškova predstavlja neophodan potez. To je posebno važno radi toga što su osobna vozila, kao najveći uzročnici eksternih troškova, postala neizbježna sredstva u svakodnevnici, te više ne predstavljaju luksuz nego potrebu. Internalizacijom eksternih troškova postigla bi se svijest i bolji odabir načina prijevoza, što bi sukladno tome imalo pozitivan učinak na smanjenje ukupnih eksternih troškova procesa prijevoza. Naravno, to nije moguće u zemljama u razvoju ili zemljama slabijeg ekonomskog stanja, jer takva populacija nema luksuz odabira prijevoza, nego je najjeftiniji prijevoz jedini odabir, što govori kako se eksterni troškovi mogu smanjiti boljim razvojem prijevoznog procesa. Razlog je jednostavan, rijetko tko će ako ima izbor između osobnog automobila, koji predstavlja, privatnost, samoinicijativan odabir vremena kretanja, i spore, nerazvijene željeznice, odabrati željeznicu. Situacija je slična i za teretni prijevoz, gdje je profit još važnija komponenta nego u putničkom prijevozu. Internalizacija se može provesti i organima naplate, u vidu naknade za gorivo (dio cijene sadržavao bi troškove zagađenja i klimatskih promjena), naknade za korištenje središta grada, naknade pri tehničkom pregledu automobila ovisno o količini emisija štetnih ispušnih plinova, promocijom i davanjem povoljnijih cijena odabira vida prijevoza koji ima niske eksterne troškove (željeznica), unaprjeđenjem i razvojem željeznice kao vida s niskim eksternim troškovima i relativnom pristupačnošću.

Kao što je prikazano u ovom radu, intermodalni prijevoz pokazuje manje eksterne troškove od unimodalnog cestovnog prijevoza ali ne i od željeznice, no tek na udaljenostima dužima od 1900 km. Zapravo ti rezultati variraju jako puno, ako su operacije prije i poslije prijevoza na kratkim udaljenostima, tj. otpremni i dopremni terminali na kratkim udaljenostima od odredišta tj. pošiljatelja. Problem je u dijelu prijevoza koji se odvija na cesti, što uključuje operacije prije i poslije prijevoza, koje mogu iznositi jednake ili veće troškove kao cijeli glavni prijevoz. To ukazuje na potrebu za razvojem načina za smanjenje eksternih troškova prijevoza cestom, te potrebu za implementacijom tehnologija koje bi učinile intermodalni prijevoz isplativijim na kratke udaljenosti. Ono što bi moglo učiniti intermodalni prijevoz privlačnijim je činjenica da intermodalni prijevoz predstavlja lakši organizacijski pothvat u vidu potrebne dokumentacije, sigurnost u vidu sigurnije ambalaže, što su dovoljni razlozi da se provode daljnja istraživanja i daljnji razvoj tehnologija u vidu smanjenja eksternih troškova.

Literatura

1. Brnjac, N.: *Intermodalni transportni sustavi*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012
2. Bektas, T., Crainic, T.G.: *A Brief Overview of Intermodal Transportation*; CIRRELT, Siječanj 2007.
3. Delft, *External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008*, Listopad 2011.
4. Danish Ministry of Transport, *External Costs of Transport 1st Report - Review of European Studies*, Siječanj 2004.
5. RECORDIT, *Final Report: Actions to Promote Intermodal transport*, Veljača 2003.
6. Breakers, K., Janssens K.G., Caris A., *Review on the comparison of external costs of intermodal transport and unimodal road transport*
7. URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/ch3c6en.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)
8. URL: <https://repozitorij.vus.hr/islandora/object/vus%3A307/datastream/PDF/view> (pristupljeno: srpanj 2017.)
9. URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/railterminal.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)
10. URL:
<https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/containerterminalconfiguration.html> (pristupljeno: srpanj 2017.).

Popis slika

Slika 1 - Standardni 20-stopni kontejner

Slika 2 - Teretna poluprikolica

Slika 3 - Nisko noseća poluprikolica za 40' kontejnere

Slika 4 - Rešetkasta poluprikolica za transport kontejnera

Slika 5 - Izmjenjivi prijevozni sanduk

Slika 6 - Prikaz intermodalnog željezničkog terminala

Slika 7 - Prikaz lučkog intermodalnog transporta

Slika 8 - Prikaz udjela različitih vrsta eksternih troška u ukupnom eksternom trošku, isključujući troškove zagušenja

Slika 9 - Prikaz prosječne potražnje za prometnim kapacitetima cestovnog prijevoza

Popis tablica

Tablica 1 - Prikaz i objašnjena elemenata eksternog troška nesreća

Tablica 2 - Usporedba procjene eksternih troškova klimatskih promjena različitih studija, za 2000.g.

Tablica 3 - Procjena eksternih troškova zagađenja zraka na zdravlje

Tablica 4 - Eksterni troškovi prekrcaja (€/40' kontejner)

Tablica 5 - Eksterni troškovi intermodalnog i cestovnog prijevoza s obzirom na udaljenost

Popis grafikona

Grafikon 1 - Prikaz ukupnih eksternih troškova po vrsti prijevoza

Grafikon 2 - Prikaz eksternih troškova nesreća cestovnog prijevoza

Grafikon 3 - Prikaz eksternih troškova klimatskih promjena po vrsti cestovnog vozila u visokom scenariju

Grafikon 4 - Prikaz vrijednosti eksternih troškova zagađenja zraka po vrsti vozila 2008.

Grafikon 5 - Prikaz eksternih troškova zagađenja zvukom po vrsti vozila

Grafikon 6 - Prikaz eksternih troškova k zagušenja po vrsti cestovnog vozila

Grafikon 7 - Prikaz eksternih troškova po vrsti željezničkog prijevoza

Grafikon 8 - Prikaz eksternih troškova nesreća po vrsti željezničkog prijevoza

Grafikon 9 - Prikaz eksternih troškova klimatskih promjena po vrsti željezničkog prijevoza

Grafikon 10 - Prikaz eksternih troškova zagađenja zraka po vrsti željezničkog prijevoza

Grafikon 11 - Prikaz eksternih troškova zagađenja zvukom po vrsti željezničkog prijevoza

Grafikon 12 - Prikaz eksternih troškova različitih vidova prijevoza i vozila (isključujući cestovni prijevoz osobnim automobilima i troškove zagušenja)

Grafikon 13 – Prikaz eksternih troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza na koridorima studije RECORDIT

Grafikon 14 - Grafički prikaz odnosa eksternih troškova intermodalnog i cestovnog prijevoza.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada
pod naslovom **Utjecaj intermodalnog prijevoznog sustava u funkciji smanjenja**
eksternih troškova prijevoza

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 31.8.2017

Student/ica:


(potpis)